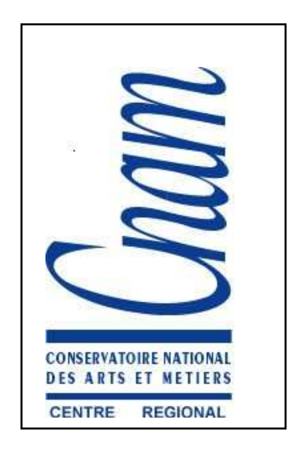


CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS



CENTRE RÉGIONAL AQUITAINE

CENTRE D' ENSEIGNEMENT DE PAU

MÉMOIRE

présenté en vue d'obtenir le

DIPLÔME D' INGÉNIEUR C. N. A. M.

en

INFORMATIQUE

par

Daniel GASPAR

La Voix sur IP
Études des solutions logicielles
Open Source

JURY

Président : M. Jean RANCHIN, *Professeur au CNAM de Paris*

Membres : *M.* Frédéric DUMONT, *Directeur de la société NALTA SYSTEMS*

M. Nicolas GOURLE, *Administrateur Réseaux de NALTA SYSTEMS*

M. Pierre HIRIGARAY, *Ingénieur à la SOCATA EADS, Professeur au CNAM de Pau*

M. Alain TESTE, Maître de conférences à l'UPPA

Résumé

Mon stage professionnel, clôturant la formation du Cycle ingénieur en informatique au CNAM, a été effectué au sein de l'entreprise **NALTA Systems** à Pau. Ce stage a débuté le 1er février 2007 et s'est terminé à la fin du mois de juin 2007. Le projet qui m'a été confié était l'étude et la mise en place de la téléphonie sur IP au sein de l'entreprise.

Suite à l'explosion de la bande passante sur les réseaux IP et à l'avènement du haut débit chez les professionnels comme chez les particuliers, de nouvelles techniques de communication sont apparues ces dernières années. L'une des plus en vogue et des plus prometteuses actuellement, est la « Voix sur IP ». Le développement de la VoIP (Voice over IP) est parti d'un simple constat : comment faire en sorte d'utiliser les potentialités du réseau IP afin de téléphoner moins cher (voire gratuitement) ?

C'est dans le but de convergence sur les réseaux qu'est apparu le protocole SIP issu des grands opérateurs réseaux. Il est souple, évolutif et il est soumis un grand avenir. C'est le cas pour la solution proposée par Digium, appelé Asterisk. Ce logiciel permet de mettre en place l'élément central d'un réseau de téléphonie sur IP : un IPBX.

Mots-clés : Asterisk, IPBX, VoIP, SIP, Libre, FreePbx, RTP, POE

Summary

My professional placement at NALTA Pau concluded my engineer training in computer science at the CNAM. This placement started on the 1st. February 2007 and was completed at the end of June 2007. The project I undertook was the study and implementation of IP telephony within the company.

Following the explosion of bandwidth on IP networks and the advent of broadband among professionals as well as individuals, new communication technologies have emerged in recent years. One of the most popular and most promising at the moment, is the "Voice over IP."

The development of VoIP (Voice over IP) is part of a simple observation: of how to ensure the potential use of the IP network to make cheaper calls (even free calls)?

The purpose of this network convergence appears to be the SIP protocol of big network operators. It is flexible, evolving and has a great future. One suggested solution is called "Asterisk" and is created by Digium . This software allows us to set up a central telephone network on IP telephony: a IPBX.

Keywords : Asterisk, IPBX, VoIP, SIP, Open Source, FreePBX, RTP, POE



MÉMOIRE

Conservatoire national des arts et métiers

Préparé pour : Frédéric Dumont

Auteur : Daniel GASPAR

Date de rédaction : 17 avril 2008

Référence : Memoire_stage_nalta.pdf

Version : 1.0

État : Fermé

Client : **Frédéric Dumont**

Projet : IPBX Open Source

Remerciements

Je remercie, Monsieur **Frédéric DUMONT**, *Directeur de la société **NALTA Systems***, pour m'avoir accordé sa confiance et permis de réaliser un stage au sein de son entreprise.

Un grand merci également à l'ensemble de l'équipe de **NALTA Systems** pour leur accueil qui m'a permis de travailler dans un environnement convivial, où règne entraide et bonne humeur.

Je souhaite remercier **M. Pierre HIRIGARAY** administrateur réseau de la SOCATA, qui a toujours été à l'écoute et qui a su m'apporter de judicieux conseils.

Enfin, je remercie l'**Université de Pau et des Pays de l'Adour** pour m'avoir permis d'effectuer un congé formation afin de réaliser ce stage.

Table des matières

Résumé 2

Remerciements 4

I. Introduction 8

II. Présentation de l'entreprise 10

II.1 – Pau Cité Multimédia 10

II.2 – NALTA Systems 11

II.3 – Pau Broadband Country 12

III. Le Cahier des charges 13

III.1 – Les objectifs : 13

III.2 – Pourquoi une solution Open Source 15

IV. Planning adopté 16

IV.1 – Détails de la prestation 16

IV.1.a – Pré-Étude 16

IV.1.b – Maquette 16

IV.1.c – Bilan 16

IV.2 – Organisation de mon projet suivant un diagramme 16

V. La téléphonie sur IP 18

V.1 – Généralités 18

V.1.a - Les enjeux économiques des communications sur IP 18

V.1.b - Les avantages de la ToIP 18

V.1.c - Les contraintes de la VoIP 19

V.2 – La téléphonie sur IP chez Nalta Systems 22

VI. Étude des solutions disponibles 23

VI.1 –Étude des différents serveurs de communication Open Source (IPBX) 24

VI.1.a – Comparaison des IPBX Open Source 27

VI.1.a.1 Asterisk 27

VI.1.a.2 SIPX 29

VI.1.a.3 Bayonne 31

VI.1.a.4 Ser 32

VI.1.a.5 Yate 33

VI.1.b – Tableau récapitulatif 34

VI.2 –Étude des différents logiciels de téléphonie (SOFTPHONES) 35

VI.2.a – Comparaison des différents softphones 36

VI.2.a.1 – X-lite 36

VI.2.a.2 – SJ-Phone 38

VI.2.a.3 – Express talk 40

VI.2.a.4 – SipXphone 41
VI.2.b – Tableau récapitulatif 41
VI.3 –Étude des différents téléphones fixes (HARDPHONES) 43
VI.3.a – Comparaison des différents hardphones 43
VI.3.a.1 – Pingtel 43
VI.3.a.2 – Aastra 480i 43
VI.3.a.3 – Cisco Linksys spa 942 44
VI.3.b – Tableau récapitulatif 45
VI.4 - Étude du schéma de câblage 46
VI.5 - Étude du protocole de communication 47
VI.6 – Étude de la Qualité de Service (QoS) : 51
VI.7 – Étude de l'accès opérateur : 52
VI.8 – Étude des operateurs IP 54
VI.8.a – Comparaison des différents Operateurs IP 54
VI.8.a.1 – Direct centrex 54
VI.8.a.2 – Freeipcall 54
VI.8.a.3 – Ippi 54
VI.8.b – Tableau récapitulatif 55
VI.9 – Étude de la Qualité de Service (QoS) : 55
VI.10 – Choix du plan de numérotation : 56
VI.11 – Coût de la solution choisie : 57
VI.10.a – Devis 57
VI.10.b – Acceptation du devis 58
VII. Mise en place technique de la solution 60
VII.1-Généralités 60
VII.2- L'architecture d'Asterisk 61
VII.2.1- Les Fonctions du noyau 61
VII.2.2- Les APIs 61
VII.3 – Intégration de l'IPBX Asterisk chez NALTA Systems 63
VII.3.a La mise en place du serveur Asterisk : 64
VII.3.b Le système de fichiers : 65
VII.3.c les fichiers de configuration : 66
VII.4 - L'interface FreePbx 68
VII.4.a La mise en place de l'interface Freepbx : 68
VII.4.b La configuration des extensions: 68
VII.4.c La configuration des routes de sorties : 69
VII.4.d La configuration des lignes(Trunk) : 70

VII.4.e résolution du nom directement sur le telephone à partir du carnet d'adresse : 71
VII.4.f Configuration des routes entrantes : 72
VII.4.g Configuration des appels groupés : 72
VII.4.h Configuration musique d'attente : 73
VII.4.i Configuration System Recordings : 74
VII.4.j Creation d'une conférence: 74
VII.4.k IVR : 75
VII.4.l Configuration de time conditions : 75
VII.5 – Configuration des téléphones IP ***79***
VII.6 – Mon interface de gestion des téléphones ***80***
VII.7 – La liaison RNIS ***82***
VII.8 – Configuration du Fax ***82***
VII.9 – Sauvegardes ***83***
VII.9.a – Sauvegarde locale 83
VII.9.b – Sauvegarde distante 85
VIII. Caractéristiques des utilisateurs ***86***
VIII.1 – Les utilisateurs ***86***
VIII.2 – Fonctions disponibles par type d'utilisateurs ***86***
VIII.3 – Description des fonctions ***86***
VIII.3.a Emission et réception d'appels 87
VIII.3.b Envoi et consultation de messages vocaux 87
VIII.3.c Transfert d'appel 88
VIII.3.d Renvoi d'appel 88
VIII.3.e Mise en attente 88
VIII.3.f Conférence 88
VIII.4 – Fonctions Administrateur ***89***
VIII.4.a Ajout/Configuration d'un téléphone 89
VIII.4.b Ajout/Configuration d'un utilisateur 90
IX. Problèmes rencontrés ***91***
X. Conclusion ***92***
Glossaire ***93***
Bibliographie / Sources ***96***
Annexes ***97***

I. Introduction

Mon stage professionnel, clôturant la formation du Cycle ingénieur en informatique au CNAM, a été effectué au sein de l'entreprise **NALTA Systems** à Pau. Ce stage a débuté le 1er février 2007 et s'est terminé à la fin du mois de juin 2007. Le projet qui m'a été confié était l'étude et la mise en place de la téléphonie sur IP au sein de l'entreprise.

NALTA Systems est équipée en téléphonie sur IP par le biais d'un prestataire de service commun à toutes les sociétés de la cité Multimédia. Cette mutualisation pose de gros problèmes lors de la facturation des communications aux différentes entreprises.

Beaucoup d'entreprises comme NALTA Systems ne sont pas satisfaites par le coût des communications qui est exorbitant compte tenu de l'utilisation réelle au sein de la cité Multimédia. En plus de cela, il y a un manque de qualité du service et peu de fonctionnalités sont proposées.

J'ai donc mené une étude afin de déterminer la solution Open Source de téléphonie sur IP la plus adaptée à la société.

Suite à cette étude, j'ai été chargé de mettre en place la solution retenue (Asterisk), puis installer une interface de management, ainsi que développer une interface de gestion des téléphones afin que les employés de NALTA Systems non spécialistes puissent administrer le produit entièrement.

Cette expérience m'a donné la possibilité de travailler avec des techniciens qualifiés, ayant une expérience théorique et pratique dans le secteur des réseaux. Les techniciens me faisaient bénéficier de leurs expériences et parfois j'ai pu leur faire profiter de mes connaissances ainsi que mes compétences.

L'objet de mon rapport est de vous présenter le travail effectué.

Dans la première partie du rapport je présente la société Nalta Systems, le planning adopté et l'existant, ce qui nous permettra de mieux comprendre les raisons qui ont poussé l'entreprise à vouloir faire évoluer son système téléphonique.

Dans un second temps, j'expliciterais les solutions disponibles actuellement sur le marché en comparant les plus judicieuses. Puis je continuerais sur la solution choisie Asterisk ainsi que sa mise en place au sein de leur réseau informatique et téléphonique

Pour finir, je ferais une description des fonctionnalités des utilisateurs les plus courantes. Puis, j'ai réalisé la documentation et formé les utilisateurs pour l'utilisation des nouveaux services de téléphonie fixe et softphone. J'ai formé également l'administrateur à l'utilisation du serveur.

En conclusion, je fournirai mon résultat final, ainsi que le bilan de ce que m'a apporté ce stage, tant sur le plan professionnel que sur le plan personnel.

II. Présentation de l'entreprise

II.1 – Pau Cité Multimédia

Avant de présenter NALTA Systems, il convient de décrire la zone d'activités qui l'accueille : le site de Pau Cité Multimédia. Au cœur du Parc Pau Pyrénées, ce pôle économique de 40 hectares, réunissant environ 200 entreprises, est une zone d'activités, créée en 2000, exclusivement dédiée aux entreprises des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication).

Emblématique par son architecture innovante (cf. **FIGURE 1**), caractérisée par une offre spécifique de services aux entreprises et une implantation stratégique (à 13 Km de l'aéroport de Pau Pyrénées), elle bénéficie d'une notoriété grandissante et accueille de nombreuses sociétés : CallOne (filiale du groupe Umalis), Orange, PriceWaterhouseCoopers (le numéro 1 mondial de l'audit et du conseil d'entreprise), France 3 Pau-Sud Aquitaine…



FIGURE 1 : *Le Bâtiment A et la Géode.*

Par ailleurs, Pau Cité Multimédia constitue la première zone d'activité directement connectée sur le réseau métropolitain très haut débit de l'agglomération paloise, le Pau Broadband Country (PBC).

II.2 – NALTA Systems

Créée en 1999, à Pau, par M. Frédéric Dumont, NALTA Systems est une société de services qui propose ses compétences à des entreprises aux activités diverses.

La société NALTA Systems dispense ses prestations dans les domaines suivants :

- L'installation et la maintenance de parcs informatiques de sociétés ou d'administrations,
- La mise en place de logiciels et de matériels médicaux,
- Le développement de progiciels de gestion sur AS/400,
- La mise en place d'un système de sauvegarde à distance, le NaltaCenter.

L'entreprise est composée de six personnes, dont les tâches sont bien définies :

- **Frédéric DUMONT** assure la gestion et la coordination globale des opérations.
- **Cédric BLAIS** est spécialisé dans la vente et l'assistance de logiciels médicaux ainsi que dans l'installation d'appareils de télécommunication pour l'accès au Réseau Santé Social (RSS) pour les professionnels du domaine médical
- **Michèle LE BORGNE**, chef de projet AS/400(1), est chargée du développement d'une application de gestion pour des grands comptes.
- **Benjamin GIRAUDO**, l'infographiste, réalise essentiellement des design pour les sites Internet de nombreux clients.
- **Fabrice HOARAU**, Commercial, est chargé de trouver de nouveaux clients.
- **Nicolas GOURLE,** est l'administrateur Réseau de la société et gère aussi les problèmes des différentes sociétés.

(1) AS/400 est une architecture composée d'éléments matériels et logiciels, comportant notamment une base de données et des éléments de sécurité avancés.

II.3 – Pau Broadband Country

Le projet Pau Broadband Country consiste à faire de l'agglomération Pau Pyrénées, la première plate-forme expérimentale dans le domaine des réseaux, projets, usages et services associés au Très Haut Débit.

L'initiative revient au précédent Sénateur Maire de Pau, M. André Labarrère. Il souhaitait proposer aux Palois, un accès à Internet très rapide pour un coût d'abonnement minime (30 euros par mois). Considérant cette expérience comme un « *défi social et économique* », il lance la construction de la boucle en fibre optique en Novembre 2003. Celle-ci entre en service durant l'été 2004. De la santé à la formation, en passant par l'industrie, le commerce ou les loisirs, Pau Broadband Country change la donne. A partir d'une simple prise murale, l'utilisateur peut bénéficier de la télévision haute définition, de l'Internet, de la radio, de la vidéo à la demande, de la visiophonie et la téléphonie numérique, de la domotique, de la formation à distance et du travail dit «collaboratif».

Avec des débits allant jusqu'à 100 Mb/s, le PBC représente une formidable aubaine pour les entreprises locales comme NALTA Systems, qui peuvent recevoir ou stocker facilement d'importants volumes de données. De plus, un tel débit donne lieu à la création de nouvelles prestations qui l'exploitent directement, générant ainsi de nouveaux emplois et de nouveaux services.

III. Le Cahier des charges

III.1 – Les objectifs :

Voici les différentes contraintes que M. Frédéric Dumont et moi même avons définies au début du projet :

Fonctionnalités demandées :

Message d'accueil

Le système doit permettre la mise en place de messages d'accueils, pour permettre la diffusion de messages personnalisés aux interlocuteurs.

Un message de pré décroché peut accueillir l'interlocuteur en diffusant un message à caractère informatif (heures d'ouvertures) ou commercial (offre spéciale…) avant la mise en relation avec le standard.

Un message d'attente spécifique peut être diffusé lors de la mise en attente d'un appel (musique libre de droits, informations diverses…)

Ces messages peuvent être enregistrés par le biais d'un téléphone simple, ou intégrés sous forme de fichier *wave* ou *mp3* si vous faites appel à un studio d'enregistrement.

Gestion des appels

L'ensemble des fonctionnalités de téléphonie classique permettant la gestion des appels est disponible, notamment :

Mise en attente : Vous pouvez mettre en attente vos interlocuteurs, ils entendront alors une musique personnalisable.

Renvois d'appels : Vous avez la possibilité de choisir le renvoi de vos appels vers un autre poste dans les cas suivants : Non réponse - Occupation - Transfert inconditionnel. Vous pouvez par exemple transférer vos appels sur un collègue pendant vos congés, ou sur votre portable en cas de déplacement.

Transfert d'appel : Deux types de transferts sont possibles, le transfert inconditionnel (pour renvoyer un appel au standard par exemple), ou le transfert supervisé, qui permet d'annoncer au destinataire que l'on va lui transmettre un correspondant.

Ne pas déranger : Une simple combinaison de touches vous permet de refuser les appels entrants. Vos appels sortants sont, quant à eux, toujours autorisés.

Numéro masqué : Vous avez la possibilité de ne pas divulguer votre numéro de téléphone à vos interlocuteurs.

Présentation du nom : Lorsqu'un collègue vous appelle, il est identifié par l'IPBX et son nom s'affiche sur votre téléphone. Cette option est aussi disponible en cas d'appel externe en fonction de votre opérateur.

Présentation du numéro : Le numéro des appels entrants vous est présenté sur le téléphone.

Rappel des derniers numéros : Vous pouvez facilement rappeler les derniers numéros composés, reçus ou perdus grâce au journal des appels du poste.

Double appel : Si vous êtes déjà en ligne, un signal sonore vous avertit si un nouveau correspondant cherche à vous joindre.

Multi Lignes : Permet la gestion de plusieurs lignes téléphoniques simultanément, et permet aisément de basculer de l'une à l'autre.

Interception d'appel : Permet d'intercepter et de récupérer un appel sonnant sur le poste d'un collègue absent.

Visualisation du statut des postes : Selon le poste téléphonique, permet d'un coup d'œil de savoir qui est déjà en ligne et qui est disponible. Option disponible sur certains postes.

Serveur de communication

L'IPBX doit être dimensionné en fonction du nombre de postes et des fonctionnalités mises en œuvre.

Sécurisation matérielle

RAID1 : Redondance des disques durs permettant le fonctionnement et le démarrage du système même en cas de défaillance d'un disque.

Sécurisation logicielle

FIREWALL : Le système autorise uniquement les flux d'informations. Blocage des flux IP entrants exceptés SSH / SIP.

SSH : Ouverture de session à distance sécurisée par algorithme DSA. Permet la maintenance à distance par le biais d'une liaison cryptée.

BACKUP : Sauvegardes automatiques du système.

Impératifs

INTERFACE GRAPHIQUE : Il faut une **interface graphique** qui puisse être facile à utiliser pour gérer les lignes, configurer le serveur, les téléphones, ainsi que les fonctionnalités de la téléphonie.

DÉPLOIEMENT FACILE : Le **déploiement** doit être le plus **simple** possible pour une éventuelle installation chez de futurs clients.

INTERFAGE : Il faut si possible pouvoir **interfacer** le produit avec **Outlook**.

COÛT : Le **coût** doit être le plus **faible** possible.

III.2 – Pourquoi une solution Open Source

Notre objectif est d'assurer le même service de voix sur IP que celui actuellement en place dans la société Nalta Systems, mais avec des coûts inférieurs à ceux existants grâce à l'utilisation de solutions libres (Open Source).

La question de confiance

L'Open Source remet la confiance dans les mains du consommateur qui a tout loisir d'analyser le produit qu'on lui donne : en cela, il répond aux soucis de transparence qu'on trouve dans nos sociétés contemporaines.

Il permet aussi d'évacuer les difficultés rencontrées à l'usage des nouvelles technologies en les rendant, de fait, plus accessibles à la compréhension de tous. L'Open Source contribue au partage le plus large possible des savoirs.

L'Open Source est un modèle de **"pensée distribuée"**

L'Open Source s'adapte parfaitement au travail collaboratif, car il permet à tous les acteurs d'avoir accès au même niveau d'information, sans que personne ne puisse revendiquer un rôle de gestion des droits des uns et des autres.

L'Open Source et son support

Une contrainte du projet est de trouver un logiciel où la communauté du monde Open Source est très active. Il est alors relativement aisé de trouver des informations, voire de se faire aider sur un problème particulier, par le biais de forums et mailing lists.

L'aspect budgétaire

L'intérêt de l'Open Source est qu'il permet également de faire des économies de part la gratuité du produit mais également le fait d'éviter l'achat de matériel couteux dans certains cas.

IV. Planning adopté

IV.1 – Détails de la prestation

IV.1.a – Pré-Étude

Cette pré-étude va me permettre de mieux connaître le monde des IPBX libres et m'aider à choisir l'IPBX à étudier, qui correspond aux critères du cahier des charges. Cette pré-étude se décompose en plusieurs points :

- Documentation sur les différents IPBX open source existants.
- Documentation sur les protocoles de VoIP mis en jeu.
- Documentation détaillée sur les softphone/hardphone.

Cette pré-étude aboutit à la réalisation d'une maquette de test avant la mise en place au sein de la société.

IV.1.b – Maquette

La maquette va nous permettre de mettre en œuvre l'IPBX choisi.

- Installation
- Paramétrage du plan de numérotation
- Raccordement de hardphones, communications avec des softphones
- Test et modifications des fonctionnalités

IV.1.c – Bilan

Une fois l'étude accomplie, un rapport complet des fonctionnalités sera rédigé, ainsi que l'utilisation des téléphones, ainsi qu'un manuel permettant la mise en place d'une telle solution.

IV.2 – Organisation de mon projet suivant un diagramme

Mon projet s'est articulé de la manière suivante :

Mois	Février					Mars				Avril					Mai				Juin			
Date	01- fév	05- fév	12- fév	19- fév	26- fév	05-mar	12- mar	19- mar	26- mar	02-Avr	09- Avr	16- Avr	23- Avr	30- Avr	07-Mai	14- Mai	21- Mai	28- Mai	04-Jun	11- Jun	18- Jun	25- Jun
Numéro de semaine	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Avant projet										Projet								Bilan			
Documentation																						
Doc. protocoles TOIP / RNIS																						
Doc. IPBX Open Source																						
Doc. Softphone/Hardphone																						
Etude de faisabilité																						
Discussion client/éventuelles modifs																						
Mise en œuvre maquette																						
Installation paramétrage																						
Test Softphones/Hardphones																						
Test en conditions réelles/validation																						
Implantation de la solution finale																						
Bilan des fonctionnalités																						
Gestion de projet																						
Réunion de lancement																						
Comité de pilotage																						
Rapport final																						

V. La téléphonie sur IP

V.1 – Généralités

Avant toute exploitation technique, il convient dans un premier temps, de présenter la téléphonie sur IP (**ToIP** signifie **Telephony over IP**) qui est de plus en plus utilisée dans les sociétés françaises. En effet, ses multiples atouts font de cette technologie une solution attirante pour les administrateurs, tant au niveau prise en charge qu'au niveau financier. La téléphonie sur IP utilise la transmission de la voix sur le réseau IP (**VoIP** signifie **Voice over Internet Protocol)** qui est une technologie permettant de communiquer en utilisant Internet et les réseaux IP au lieu des lignes téléphoniques standards.

V.1.a - Les enjeux économiques des communications sur IP

La convergence voix/données/images pousse les entreprises à faire fonctionner ensemble les services en charge de la téléphonie et ceux en charge du système informatique. L'objectif est de rationaliser les dépenses télécoms et réseau de l'entreprise. Ceci permet de modéliser les architectures mais aussi de réduire les coûts de possession des équipements en maximisant le retour sur investissement (ROI) des applications basées sur les réseaux.

La téléphonie sur IP exploite donc un réseau de données IP pour offrir des communications vocales à l'ensemble de l'entreprise sur un réseau unique voix et données. Cette convergence des services de communication données et voix sur un réseau unique, s'accompagne des avantages liés à la réduction des coûts d'investissement, à la simplification des procédures d'assistance et de configuration, et à l'intégration accrue de filiales et de sites distants aux installations du réseau d'entreprise.

V.1.b - Les avantages de la ToIP

Le principal argument en faveur des systèmes de téléphonie sur IP est la garantie d'un retour sur investissement en quelques années. En effet, elle permet la réduction de nombreux coûts tels que les coûts de communication, de câblage, de maintenance, de supervision du système...

La ToIP se repose sur le réseau local privé LAN de l'entreprise (utilisation du câblage réseau informatique existant) et la gestion du central de communication est réalisée depuis n'importe quel site de l'entreprise.

Les entreprises multi-sites allègent leurs coûts en liaison d'interconnexion entre les établissements et en coût de communication car les communications inter-sites sont gratuites.

V.1.c - Les contraintes de la VoIP

V.1.c.1 QUALITÉ SONORE :

Le transport de la voix sur un réseau IP nécessite, au préalable, tout ou une partie des étapes suivantes :

- Numérisation : dans le cas où les signaux téléphoniques à transmettre sont sous forme analogique, ces derniers doivent d'abord être convertis sous forme numérique suivant le format PCM (Pulse Code Modulation) à 64 Kbps. Si l'interface téléphonique est numérique (accès RNIS, par exemple), cette fonction est omise.

- Compression : le signal numérique PCM à 64 Kbps est compressé selon l'un des formats de codec (compression / décompression) puis inséré dans des paquets IP. La fonction de codec est le plus souvent réalisée par un DSP (Digital Signal Processor). Selon la bande passante à disposition, le signal voix peut également être transporté dans son format originel à 64 Kbps.

- Décompression : côté réception, les informations reçues sont décompressées. Il est nécessaire pour cela d'utiliser le même codec que pour la compression.

L'objectif d'un codec est d'obtenir une bonne qualité de voix avec un débit et un délai de compression les plus faibles possibles. Le facteur de la gigue est primordial pour une bonne écoute de la Voip (gigue = délai entre l'émission et l'écoute de la voix). Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des principaux codecs et standards implémentés dans la solution Asterisk. Les codecs les plus souvent mis en oeuvre dans les solutions VoIP sont G.711, G.729 et G.723.1 mais ces deux derniers sont soumis à des licences par SiproLab Telecom.

Tableau : liste des codecs utilisés dans Asterisk

Codecs VoIP	Débit (Kbps)
G711	64
G726	32
G723	6,4 (très bonne qualité)
G729	8 (très bonne qualité)
GSM	13
ILBC	15
LPC10	2.4 (voix métallique)
SPEEX	2 à 44 (peu utilisé)

La qualité de la voix obtenue par les codecs G.729 et G.723.1 est de loin la meilleure et est très proche de celle du service téléphonique actuel. Ces deux codecs présentent une meilleure qualité que celle des réseaux téléphoniques cellulaires qui reste de bonne qualité (codec : gsm).

Le cumul, dans une même communication, d'opérations de compression/décompression conduit à une rapide dégradation de la qualité. La solution Asterisk doit éviter des configurations en tandem dans lesquelles l'IPBX reçoit un appel d'un poste distant avec un codec et doit le rediriger vers un autre poste avec un codec différent.

V.1.c.2 **La QoS de la VoIP**

La qualité de service (QoS) est une notion importante à prendre en compte lors de l'implémentation de la VoIP. L'objectif est de garantir le transfert des trames IP sur le réseau sans retarder ou rejeter les trames transportant la voix. Il faut prendre en compte 3 principaux éléments pour caractériser la QoS.

- **Le temps de latence :**

La maîtrise du délai de transmission est un élément essentiel pour bénéficier d'un véritable mode conversationnel et minimiser la perception d'echo. La durée de traversée d'un réseau IP dépend du nombre d'éléments réseaux traversés (et du débit sur chaque lien), du temps de traversée de chaque élément et du délai de propagation de l'information (une transmission par fibre optique, à l'opposé de la terre, dure environ 70 ms). L'UIT a défini 4 classes qui permettent de caractériser, à titre indicatif, la qualité de transmission en fonction du retard de transmission dans une conversation téléphonique. Ces chiffres concernent le délai total de traitement, et pas uniquement le temps de transmission de l'information sur le réseau.

Classe n°	Délai par sens	Interprétation
1	0 à 150 ms	Acceptable pour la plupart des conversations
2	150 à 300 ms	Acceptable pour des communications faiblement interactives
3	300 à 700 ms	Devient pratiquement une communication half duplex
4	> 700 ms	Inutilisable, conversation en half duplex

La limite supérieure «acceptable» pour une communication téléphonique, se situe entre 150 et 200 ms par sens de transmission (en considérant à la fois le traitement de la voix et le délai d'acheminement).

- **La perte de paquets :**

En cas de congestion du réseau, le protocole TCP prévoit de supprimer les trames IP entrant dans un élément saturé (buffers pleins). Les paquets de voix étant véhiculés au dessus d'UDP ce qui ne permet aucun mécanisme de contrôle de flux ou de retransmission sur cette couche au niveau du transport. D'où l'importance des protocoles RTP et RTCP qui permettent de déterminer le taux de perte de paquet et d'agir en conséquence au niveau applicatif.

Si aucun mécanisme performant de récupération des paquets perdus n'est mis en place (cas le plus fréquent dans les équipements actuels) alors la perte de paquets IP se traduit par des ruptures au niveau de la conversation et une impression de hachure de la parole.

Plus un paquet de voix contient une longue durée de parole plus cet effet est accentué d'où la nécessité de choisir un bon codec audio (de faible débit).

- **La gigue :**

La gigue mesure la variation temporelle entre le moment où deux paquets auraient dû arriver et le moment de leurs arrivées effectives. Les origines de la gigue sont multiples: encapsulation des paquets IP dans les protocoles supportés, charge du réseau à un instant donné, variation des chemins empruntés dans le réseau.

Pour compenser la gigue, on utilise des tampons (mémoire : buffer) qui permettent de lisser l'irrégularité des paquets. Le fait d'insérer des buffers augmente le temps de latence, leur taille doit donc être soigneusement définie, et si possible adaptée de manière dynamique aux conditions du réseau. La dégradation de la qualité de service due à la présence de gigue se traduit par une combinaison des deux facteurs cités précédemment: le délai et la perte de paquets.

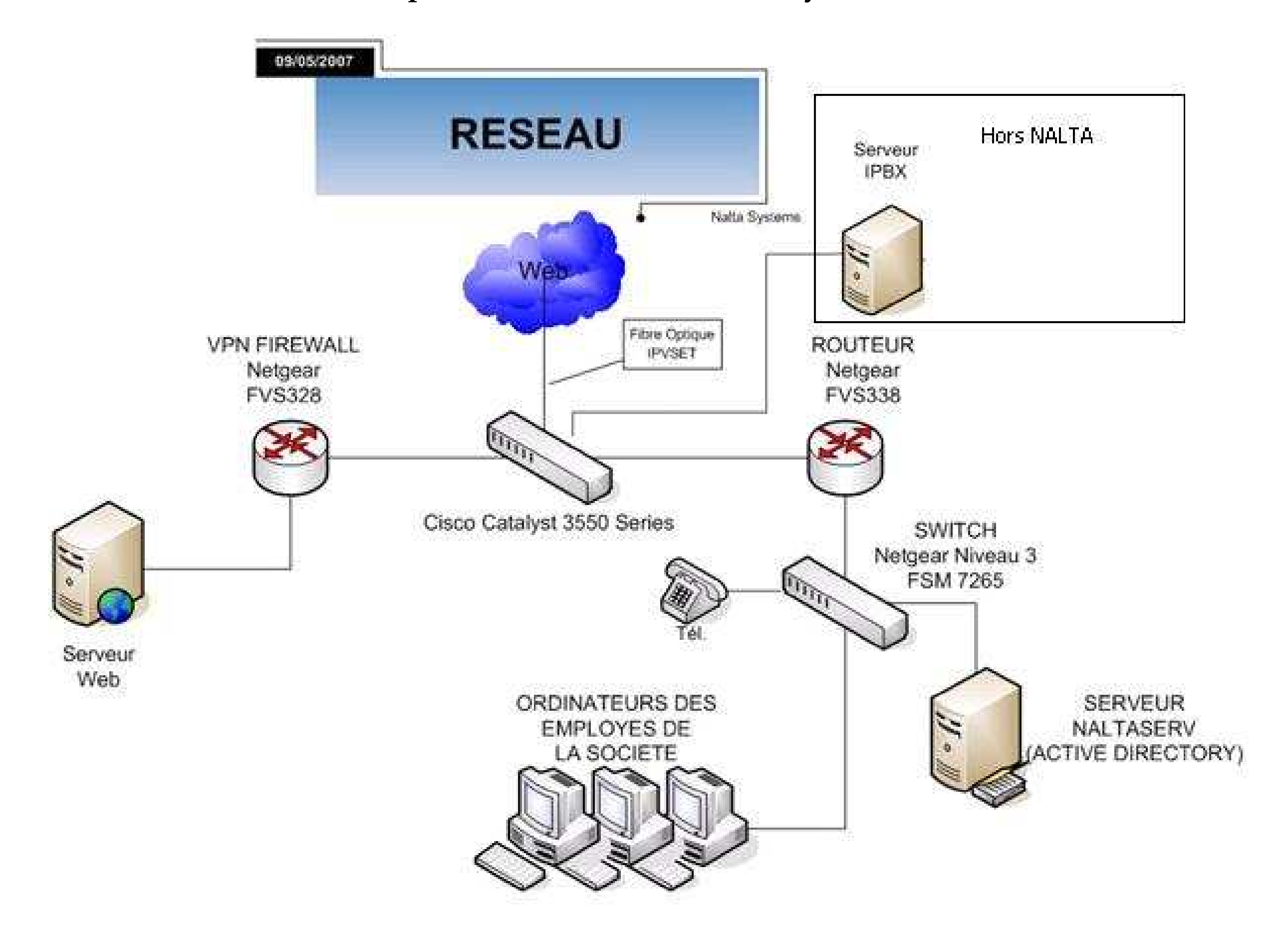
Pour pallier à ces paramètres, il existe deux principales approches :

- **Réserver une bande passante exclusivement au transfert de la voix** : Cette solution est possible dans le cas des réseaux locaux (type Intranet) mais il n’est pas possible de l'appliquer lorsque le réseau TCP/IP Internet intervient dans la communication.

- **Prioriser les flux** : Chaque routeur traversé décide s'il prend en compte ou pas le champ de priorisation (champ TOS) propre à chaque type de données.

V.2 – La téléphonie sur IP chez Nalta Systems

Voici L'architecture réseau présente au sein de NALTA Systems :



Je vous présente une architecture réseau succincte de la société NALTA Systems car le but est de comprendre comment intégrer au mieux la téléphonie sur IP sur l'installation déjà en place.

Une solution de téléphonie sur IP a été installée lors de la construction des bâtiments. Elle est mutualisée pour l'ensemble des sociétés présentes sur le site. Cette mutualisation pose de gros problèmes lors de la facturation des communications aux différentes entreprises. Le prestataire n'étant pas en mesure de fournir des factures détaillées, les occupants des locaux doivent partager la facture générale. Ceci est réellement gênant pour une société comme NALTA Systems qui émet peu d'appels.

De plus, le prestataire ne propose quasiment aucun des services associés à la téléphonie sur IP. NALTA Systems souhaite profiter plus pleinement des ressources d'un IPBX.

VI. Étude des solutions disponibles

Afin d'être en mesure d'opter pour une solution, j'ai tout d'abord dû me documenter afin de me mettre au courant de l'évolution des technologies et de connaître l'éventail des solutions disponibles.

Mes principales sources d'information ont été le livre « Asterisk – La téléphonie Open Source » et Internet.

La solution de téléphonie sur IP est construite autour de quatre composants principaux :

- **Le serveur de communication :** Le serveur de communication est le cœur du système, il gère le routage des communications entre les postes utilisateurs et les opérateurs, ainsi que les services à valeur ajoutée comme la messagerie vocale ou les conférences.
- **Les postes téléphoniques :** Terminaux téléphoniques.
- **Le réseau local** : Les postes et le serveur de communication communiquent par le biais d'un réseau IP dédié à la voix. On peut utiliser le LAN existant à condition de valider sa compatibilité avec le transport de la voix sur IP, ou mettre en place un réseau dédié à la voix.
- **Les accès opérateurs :** Ils sont constitués de cartes ou de boîtiers « Media Gateway », permettant d'interfacer le système avec des opérateurs traditionnels (ligne Numéris, Passerelles GSM…)

Donc j'organise la partie VI de la façon suivante :

Le serveur de communication :

- Étude de différents serveurs de communication Open Source : ASTERISK, SIPX, BAYONNE, SER, YATE.

Les postes téléphoniques :

- Étude de différents logiciels de téléphonie : X-LITE, SJ-PHONE, EXPRESS TALK, SIPXPHONE.
- Étude de différents téléphones fixes : PINGTEL, AASTRA 480I, CISCO LINKSYS SPA 942

Le réseau local :

- Étude du schéma de câblage : Utilisation de switch POE
- Étude du protocole de communication
- Étude de la qualité de service

Les accès opérateurs :

- Étude de l'accès opérateur : RNIS + IP
- Étude des opérateurs IP : DIRECT CENTREX, FREEIPCALL, IPPI

Divers :

- Choix du plan de numérotation
- Coût de la solution choisie

VI.1 –Étude des différents serveurs de communication Open Source (IPBX)

En ce qui concerne le système d'exploitation, mon choix s'est porté sur la CentOs car c'est un système Linux très stable, qui suit une évolution lente mais très fiable. Cette fiabilité convient parfaitement aux sociétés.

On peut considérer la CentOS comme une version gratuite de la Red Hat. Le support se fait gratuitement et ouvertement via les mailing-lists et les forums de la communauté CentOS.

Cette étude a pour objet la comparaison des différents IPBX open source existants. Elle permet de voir et de comparer les caractéristiques de ces IPBX afin d'en retenir un que nous utiliserons pour réaliser une maquette. Cette étude doit pouvoir démontrer quels IPBX sont compatibles avec le cahier des charges et quel est l'IPBX le plus adapté à notre étude.

Après une présentation de chacun de ces IPBX, on dressera un tableau comparatif synthétique.

En conclusion, nous donnerons le nom de l'IPBX que nous préconisons.

Pour commencer voici les caractérisques communes à tous ces IPBX.

Aliasing facility (service de nommage par alias)	Associe un alias à un numéro de téléphone. Cette fonction fait parti du serveur de communication et est configurée via la page web du serveur de configuration ou ligne de commande.
Configuration et management par page Web	Le serveur de configuration est utilisé pour configurer les téléphones, les Gateways, les utilisateurs et les fonctions du système. On peut aussi visualiser et contrôler l'état du système.
Contrôle des appels	Cette fonction du serveur proxy d'authentification autorise ou non un utilisateur ou un téléphone à appeler le numéro demandé. Pour cela, elle contrôle le numéro demandé ainsi que les droits de l'utilisateur.

Call pick up	En utilisant un préfixe spécial (dans notre cas *), un téléphone peut répondre à un appel d'un autre téléphone qui est en train de sonner.
Mise en attente	Un téléphone peut transférer un appel vers le service de mise en attente qui joue une musique d'attente. Un autre téléphone peut rapatrier cet appel en utilisant un préfixe spécial.
Importation de fichiers CSV	Le serveur de configuration peut importer des fichiers CSV afin de simplifier l'ajout d'un grand nombre de téléphones et d'utilisateurs.
Transfert d'appel	Les utilisateurs peuvent, via l'interface Web du serveur sipX, désigner un téléphone vers lequel seront transférer leurs appels.
Groupes d'appels (hunt groups)	Permet de créer un numéro qui regroupe des téléphones à faire sonner de manière séquentielle ou parallèle.
Indication de nouveaux messages	Apporte une indication visuelle sur l'écran des téléphones de la présence de nouveaux messages sur la boite vocale.

Fonctionnalités dédiées aux utilisateurs

Transfert d'appel	Le transfert d'appel parallèle ou série est possible vers des numéros internes ou externes.
Mise en attente	Les appels peuvent être mis en attente puis récupérés.
Présentation du numéro	Le numéro de l'appelant s'affiche sur l'écran du téléphone.
Conférence	La conférence entre plusieurs utilisateurs est possible.
Indication de nouveaux messages	Apporte une indication visuelle sur l'écran des téléphones de la présence de nouveaux messages sur la boite vocale.
Double appel	Plusieurs appels peuvent être gérés en même temps sur une même ligne. L'utilisateur bascule entre les appels.
Appel multi postes	Un même appel peut faire sonner simultanément plusieurs postes. Celui qui décroche en premier prend l'appel.
Contrôle de numérotation	Permet de détecter quand un utilisateur a terminé de numéroter.

Fonctionnalités de la messagerie vocale

Portail Web	La messagerie peut être accédée en utilisant un navigateur Internet ou en utilisant son téléphone. Chaque utilisateur possède son propre espace sur la messagerie.
Listes de diffusion	Les messages peuvent être transférés vers des listes de diffusion que l'utilisateur a définie.
Notification par courriel	Les messages peuvent être transférés vers une ou plusieurs boites de courrier électronique. Les utilisateurs peuvent configurer les adresses de destination.
Création de répertoires personnels	Les messages peuvent être organisés dans des répertoires créés par l'utilisateur. Les messages effacés sont supprimés automatiquement par le système après un nombre de jours défini.
Annonce d'accueil	Les utilisateurs peuvent personnaliser l'annonce d'accueil de leur messagerie.
Messagerie directe	Il est possible d'être directement transféré vers la messagerie du destinataire en utilisant un préfixe spécial.

VI.1.a – Comparaison des IPBX Open Source

VI.1.a.1 Asterisk



VI.1.a.1.a SITE OFFICIEL : **www.asterisk.org**

VI.1.a.1.b PRÉSENTATION :

Asterisk a été créé par Mark Spencer qui est aussi le fondateur de la société DIGIUM. Il y a encore quelques mois, personne n'avait entendu parler d'Asterisk. Seul un cercle très fermé de puristes de la VoIP le connaissait. Aujourd'hui, Asterisk est prononcé par toutes les langues.

Asterisk est le projet IPBX Open Source qui possède la plus grosse communauté de développeurs. Il est facile de trouver sur Internet des packages ajoutant des fonctionnalités ou de télécharger des fichiers de configuration. La documentation y est aussi très présente.

Asterisk est compatible avec les protocoles VoIP du moment à savoir H323, MGCP, SIP et aussi IAX2 (Inter Asterisk eXchange). Ce dernier assure à Asterisk le transport de la voix et des données à travers un réseau IP en surmontant les problèmes souvent associés aux autres protocoles tels que SIP, à savoir les problèmes classiques rencontrés avec les NAT. Le point faible d'IAX est qu'il est jeune et non standardisé.

En plus d'être compatible avec l'essentiel des protocoles VoIP, Asterisk est connu pour supporter également tout type d'équipement VoIP. Il supporte aussi les protocoles TDM et peut s'intégrer au sein de tout type d'entreprise, quelque soit l'infrastructure.

VI.1.a.1.c CARACTÉRISTIQUES :

Asterisk possède toutes les fonctionnalités que l'on attend d'un IPBX.

Auto redémarrage lors d'une coupure	Le démarrage d' Asterisk lance tous les processus associés ainsi que toutes les dépendances.
DND	Do Not Disturb, Cela permet à un interlocuteur de ne pas être dérangé ce qui met le téléphone directement sur messagerie.
FAX	Possibilité d'envoyer et de recevoir des Fax.
Text-To-Speech	Système de synthèse de la parole : Ce module permet donc de lire un texte. Festival ne prend en compte que la langue anglaise pour le moment.
SMS Messaging	Capable d'envoyer et recevoir des SMS.

Asterisk possède un grand nombre de fonctionnalités. Certaines font très « gadgets », mais les autres apportent un véritable plus par rapport à de la simple téléphonie. Cela montre que le projet a été beaucoup travaillé.

VI.1.a.2 SIPX



VI.1.a.2.a SITE OFFICIEL : **www.sipfoundry.org**

VI.1.a.2.b PRÉSENTATION :

SIPx fut tout d'abord un produit commercial de la société PingTel. En 2004, PingTel adopte un modèle Open Source et offre tous les codes sources à la communauté Open Source SIPFoundry. Cette communauté développe alors sipXpbx, mais aussi d'autres produits basés sur SIP comme sipXphone, sipXregistry ou sipXvxml. Elle met aussi gratuitement à disposition des «User Agent Software Development Kit» permettant aux développeurs de programmer leur propre softphone, hardphone ou logiciel de messagerie instantanée. Elle offre aussi des «SIP protocol stack» permettant d'implémenter le protocole SIP dans des Gateway ou proxy.

Avec SIPx, Asterisk n'est plus le seul projet IPBX open source en course. SIPx est en effet le plus gros concurrent d'Asterisk.

Une brève comparaison avec son aîné Asterisk révèle que SIPx dispose d'une interface graphique d'administration complète, qui faisait défaut à Asterisk. Il est certain que désormais avec l'interface graphique FreePbx a largement rattrapé ce retard.

L'implémentation de SIP est très fidèle aux RFC (Request for Comments) de l'IETF (Internet Engineering Task Force). SIPFoundry participe activement au développement de SIP auprès de l'IETF.

VI.1.a.2.c CARACTÉRISTIQUES :

SIPx possède toutes les fonctionnalités que l'on attend d'un IPBX.

Auto redémarrage lors d'une coupure grâce au watchdog	Le démarrage de sipX lance tous les processus associés ainsi que toutes les dépendances.
Automatic Route Selection (sélection automatique de route)	Ré écrit les SIP URI pour spécifier le nom du prochain destinataire. Ceci est utilisé lors de l'utilisation de Gateway et est implémenté dans le serveur de communication.
Support de plusieurs codecs	Tous les codecs supportés par les téléphones sont tolérés par sipX. Le serveur de médias utilise le codec G. 711.
Fonction de recherche	Le serveur de configuration inclut une fonction de recherche qui permet à l'administrateur de retrouver rapidement un utilisateur, un équipement ou des paramètres.
Interface SOAP	Le serveur de configuration fournit une API SOAP pour une intégration aisée dans un intranet d'entreprise.
Planification de sauvegardes	Le serveur de configuration apporte une solution automatisée de sauvegarde de la configuration du serveur et des messages de la boite vocale.
Sécurité du système	SipX est sécurisé grâce à un accès en SSL des pages Web. La signalisation Secure SIP est utilisée pour enregistrer, de manière sécurisée, les téléphones.

VI.1.a.3 Bayonne



VI.1.a.3.a SITE OFFICIEL :

www.gnu.org/software/bayonne/bayonne.html

VI.1.a.3.b PRÉSENTATION :

Le projet d'IPBX Bayonne est un projet jeune mais basé sur le projet ACS (Adjunct Communication Server) plus ancien. Le projet ACS a été repris par le GNU project qui œuvre pour développer un système d'exploitation et des logiciels complètements gratuits basés sur Unix. Le nom Bayonne vient du nom du célèbre pont qui relie la ville de Bayonne dans le New Jersey avec l'île de Staten Island dans l'état de New York. L'auteur a ainsi voulu montrer que son logiciel était un « pont » entre le monde de l'informatique et le monde de la téléphonie.

Bayonne ne possède pas de fonction IP-PBX dans sa version 1. La version 2 prend en compte cette fonctionnalité.

Bayonne possède pour le moment beaucoup trop d'inconvénients, notamment parce que le logiciel n'est pas complet. Ce projet étant très peu suivi par la communauté Internet, il est très difficile de trouver de la documentation. GNU Bayonne est un projet de petite envergure dont peu de monde se soucie.

VI.1.a.3.c CARACTÉRISTIQUES :

On sait que depuis la version 2, Bayonne supporte SIP et H323. Les autres caractéristiques de Bayonne sont difficilement trouvables. Certains utilisateurs de Bayonne avouent que sa configuration est un véritable cauchemar.

VI.1.a.4 Ser



VI.1.a.4.a Site officiel : **www.iptel.org/ser/**

VI.1.a.4.b Présentation :

SER est une initiative d'iptel.org. Iptel.org est un portail des technologies VoIP. Il appartient à l'institut national de recherche Fraunhofer Fokus situé en Allemagne, bien connu pour avoir développé le codec mp3.

Bien que déjà beaucoup utilisé par les professionnels, le projet SER est encore au stade expérimental. La dernière version est la 0.9.6.

SER est le plus souvent utilisé pour agir en tant que serveur proxy, de registration ou de redirection. Il possède aussi d'autres fonctionnalités comme : instant messaging, MySQL and PostgreSQL support, RADIUS server, SMS gateway, Jabber gateway, NAT support.

Entièrement codé en C, SER est réputé pour sa rapidité de mise en oeuvre ainsi que sa rapidité de traitement des appels. Il a été conçu pour gérer des réseaux de grande ampleur.

Il existe peu de documentation à son sujet et le site iptel.org est très pauvre en informations.

Attention : il n'y a pas eu d'évolution de versions depuis 2 ans.

VI.1.a.5 Yate



VI.1.a.5.a SITE OFFICIEL : **http://yate.null.ro/**

VI.1.a.5.b PRÉSENTATION :

YATE est un logiciel d'origine Roumaine dont l'acronyme signifie Yet Another Telephony Engine. Développé en C++ pour Windows, il a été porté sur les systèmes Linux. La dernière version de YATE est la 0.9.0.

Le développement de YATE est subventionné par la société Sangoma Tech. Ce qui a eut comme conséquence que YATE ne sait fonctionner qu'avec des cartes d'interface de cette marque.

YATE peut être utilisé à la fois en temps que client ou serveur. Le mode client est un softphone écrit en java. Il peut réaliser la fonction de passerelle entre le réseau public et le réseau IP ou entre un PC et un téléphone. Pour cela, il s'interface sur le réseau RNIS.

VI.1.a.5.c CARACTÉRISTIQUES :

Au niveau des protocoles, Yate supporte :

- H323 (basé sur OpenH323)
- SIP (basé sur une pile SIP propre à YATE)
- IAX et IAX2 (basé sur une partie de libIAX).
- RTP

On retiendra une faible documentation existante sur Yate (seulement le site officiel) et une non conformité avec la pile SIP de l'IETF. Yate est, à l'image de Bayonne, un petit projet.

VI.1.b – Tableau récapitulatif

Ce tableau montre, pour chaque IPBX Open Source de cette étude, s'ils sont compatibles avec les critères du cahier des charges.

	SIPx	**Bayonne**	**Yate**	**Asterisk**	**SER**
IPBX open source	oui	oui	oui	oui	oui
utilisation de SIP et RTP	oui	oui	oui	oui	oui
compatibilité Softphone freeware	oui	oui	oui	oui	oui
faisabilité d'une maquette	faisable	faisable	faisable	faisable	faisable
numérotation à 4 chiffres	oui	oui	oui	oui	oui
interfaçage avec ISDN T0	oui	oui	oui	oui	oui
Documentation complète	oui	Faible	Faible	oui	Faible
Protocoles supportés	SIP	SIP H323	SIP	SIP IAX/IAX2 MGCP H323 TDM SCCP …	SIP

On peut d'ores et déjà éliminer SER car il a une faible documentation et surtout pas de mises à jour depuis environ 2 ans.

On peut aussi avoir des doutes sur Bayonne et Yate car la faible documentation de ces projets peut engendrer des soucis par la suite.

Au terme de mes recherches, seuls deux IPBX Open Source semblent intéressants : Asterisk et SIPx.

Je préconise donc l'IPBX Asterisk, je pense que le projet est plus mûr. Il a de plus larges possibilités protocolaires SIP, MGCP, … et possède une interface d'administration globale qui facilite sa configuration.

Il est bel et bien le produit le plus intéressant du marché. Asterisk est le logiciel libre le plus répandu et qui possède une communauté extrêmement importante. Intéressant pour obtenir de l'aide et pour l'évolutivité et la pérennité du produit. Il est interopérable avec tous les systèmes, même les plus compliqués d'une entreprise.

Asterisk est un logiciel Open Source développé par Digium et est disponible sous licence GPL.

Asterisk, en plus d'être compatible avec l'essentiel des protocoles VoIP tel que SIP, H323 ou MGCP, supporte également tout type d'équipements VoIP.

De plus, Asterisk, via son protocole associé IAX (Inter Asterisk eXchange) permet de transporter de la voix et des données à travers un réseau IP en surmontant les problèmes souvent associés aux autres protocoles tels que SIP, à savoir les problèmes classiques rencontrés avec les NAT (translation d'adresse). Cela permet entre autres de router le trafic vocal entre bureaux distants sur l'Internet et le réseau TCP/IP plutôt que sur les lignes téléphoniques classiques avec une certaine gestion de la qualité de service (QoS).

VI.2 –Étude des différents logiciels de téléphonie (SOFTPHONES)

La partie suivante vise à manipuler plusieurs softphones. Ces logiciels sont différents sur la forme, ils fonctionnent quasiment tous de la même façon. Seuls la présentation et les réglages sont différents d'un softphone à un autre.

Ils s'installent sur des machines de type PC ayant pour système d'exploitation Windows, Linux ou Mac OS.

Ils possèdent les mêmes fonctionnalités que les téléphones IP et doivent aussi être configurés pour fonctionner correctement avec l'IPBX.

VI.2.a – Comparaison des différents softphones

VI.2.a.1 – X-lite

Editeur : CounterPath

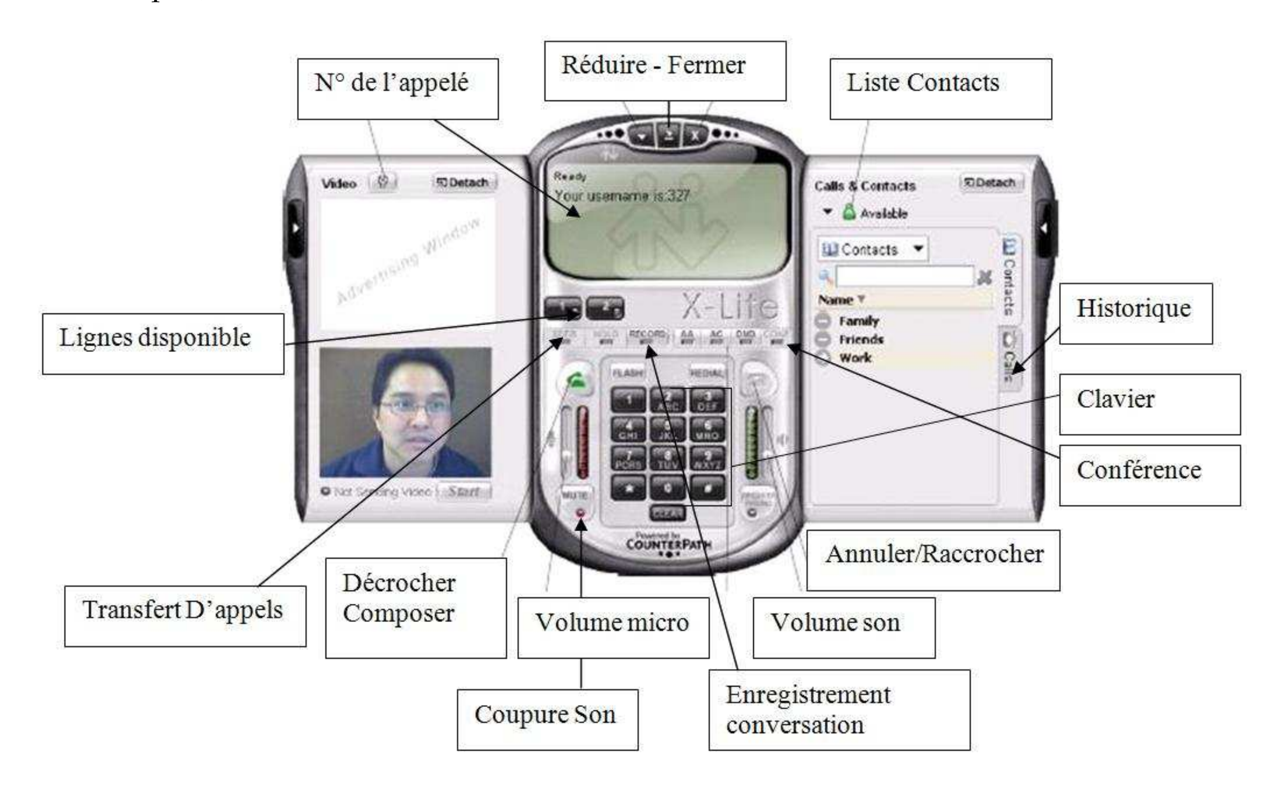
OS supportés : Linux, MAC OS, Windows, PocketPC, PDA

Lien : http://www.counterpath.com/

Manuel d'utilisation (en anglais) :

http://www.counterpath.com/assets/files/191/X-Lite3.0_UserGuide.pdf

Aperçu :



Pour composer un numéro, il suffit de cliquer sur les chiffres du pavé numérique virtuel de X-lite. On raccroche et on décroche avec les boutons respectivement Rouge à droite et Vert à gauche. On peut régler le volume d'entrée et de sortie avec les petits ronds à déplacer de haut en bas, situés à gauche et à droite du pavé numérique.

Le bouton MUTE sert à couper le son. Les deux boutons 1 et 2 situés dans des cases noires sur la même ligne que le logo X-Lite correspondent aux deux lignes téléphoniques dont on dispose.

Le bouton HOLD sert à mette la ligne en attente (pour utiliser l'autre en cas de double appel par exemple). RECORD permet d'enregistrer la conversation (dans C:\Documents and Settings\<NOM>\Mes Documents\X-Lite).

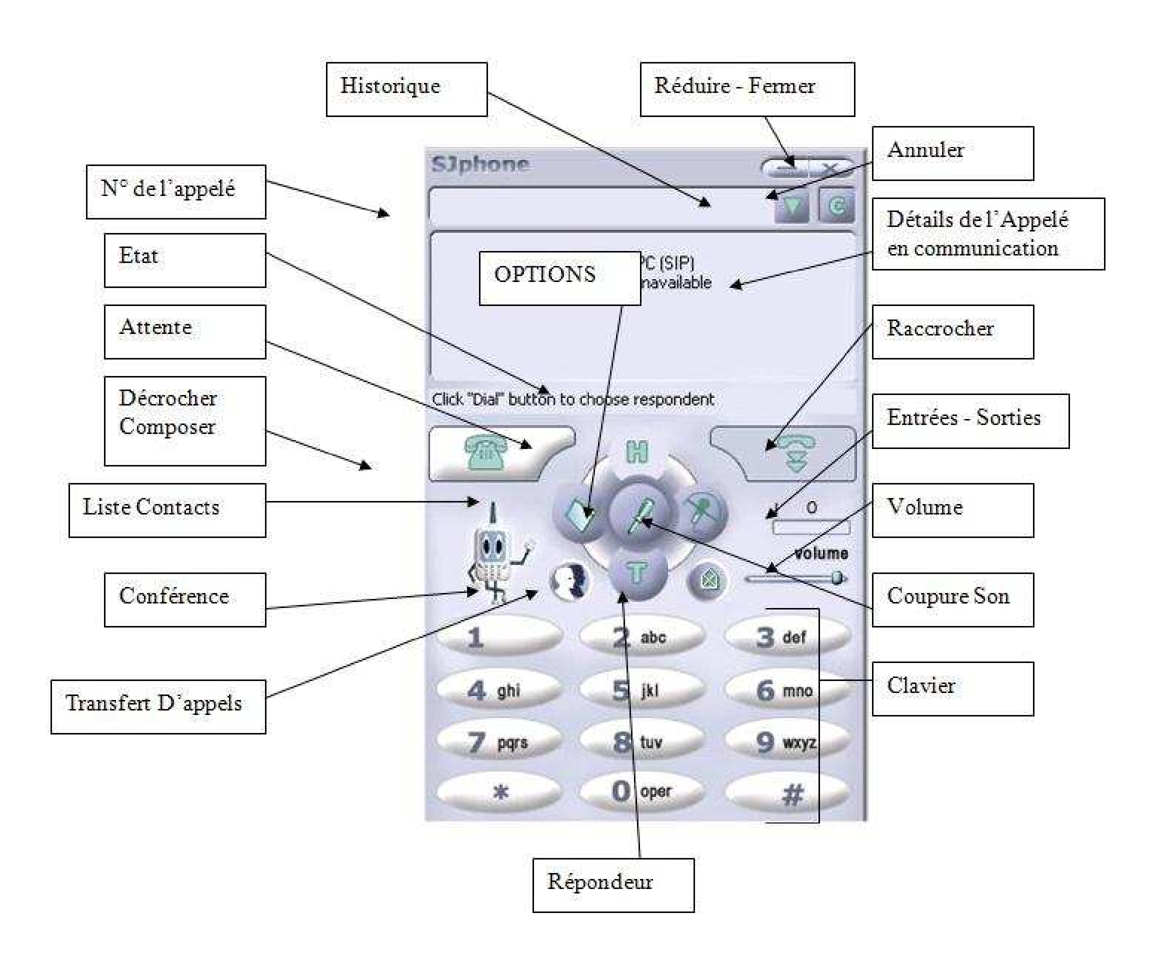
Le bouton AA (pour Auto Answer, réponse automatique) sert à répondre automatiquement en cas d'appel (attention aux mauvaises surprises!), et au contraire, DND (Do Not Disturb, ne pas déranger) permet de passer en statut d'occupé pour envoyer les appels sur la messagerie (si elle existe) sur le serveur SIP.

Le bouton CONF (Conference) permet de créer une mini conférence audio à 3 en mettant en relation les deux lignes téléphoniques de votre softphones X-Lite, permettant ainsi le dialogue à 3.

Enfin, le bouton AC (Auto Conference) permet de passer directement en mode conférence en cas de double appel.

VI.2.a.2 – SJ-Phone

SJphone est un softphone de VOIP qui vous permet de parler avec n'importe quel autre softphone fonctionnant sur un PC/PDA, n'importe quel IP-téléphone autonome, ou employant le fournisseur de service de VOIP avec n'importe quel mobilophone de câble ou traditionnel. Il soutient les normes SIP et H.323 et est entièrement inter-fonctionnel avec la plupart des fournisseurs de VOIP et fournisseurs de service principaux.



N° de l'appelé (Call to) : Saisissez ici l'adresse IP, le nom, le surnom ou le numéro de téléphone de votre correspondant.

Etat (Call to) : état du téléphone et de vos communications.

Clavier (Dial Keypad « >> ») : permet de composer le numéro du correspondant.

Décrocher – Composer : Prendre un appel ou valider un numéro précédemment saisi dans le champ « N° de l'appelé ». Il existe aussi un raccourci clavier (Alt + D ou Appuyer sur ENTREE).

Raccrocher (Hang up) : met fin à la communication en cliquant dessus. Il existe aussi un raccourci clavier (Alt + H ou Appuyer sur ENTREE).

Conférence : Cliquez sur ce bouton pour sélectionner dans la liste des contacts, les gens que vous voulez inviter à la conférence.

Attente (Hold) : Mise en attente du correspondant

Transfert (Transfer) : transfert d'appel vers un autre correspondant. Apres avoir cliqué sur ce bouton, vous pouvez rentrer le numéro de téléphone vers lequel vous voulez rediriger vos appels.

Contacts : Liste de vos contacts

Répondeur (Voice Mail) : répondeur vocal.

Options : Cliquez sur ce bouton au centre, et il apparaîtra un poste de contrôle pour configurer votre interface, votre numéro de téléphone, etc.

Coupure Son (Mute) : Pour couper votre micro.

Volume (Speaker) : Indique le niveau sonore. En cliquant sur la barre, vous pourrez l'augmenter ou le diminuer.

Un mot sur les contacts :

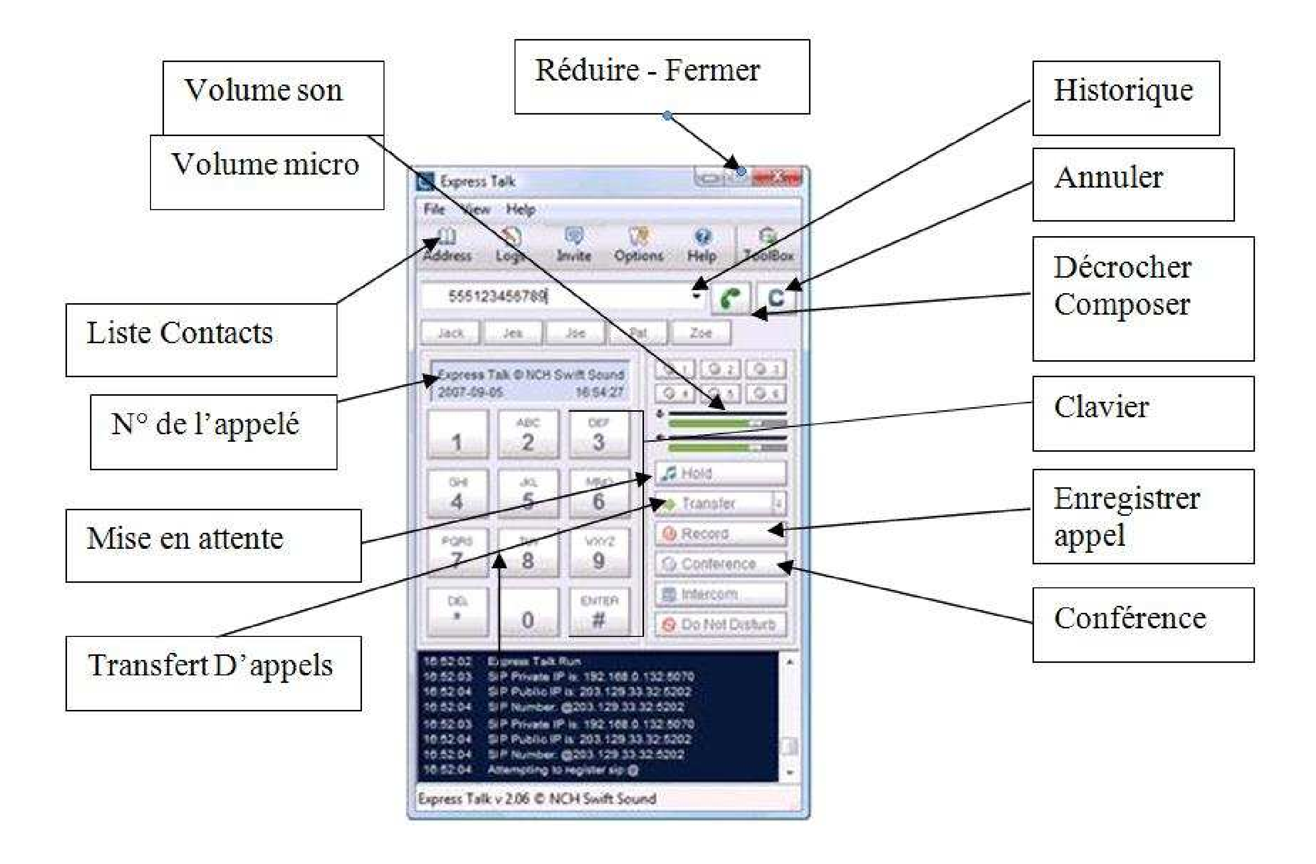
La rubrique des contacts vous permet de stocker des informations sur vos correspondants que vous contacter régulièrement. Il vous est possible de consulter les logs (Historique des appels reçus, manqués et passés). Pour accéder à ce menu, cliquez sur le bouton contact et une fenêtre apparaîtra avec 8 onglets.

VI.2.a.3 – Express talk

Editeur : NCH Software

Lien : http://www.nch.com.au/talk/be.html

Aperçu :



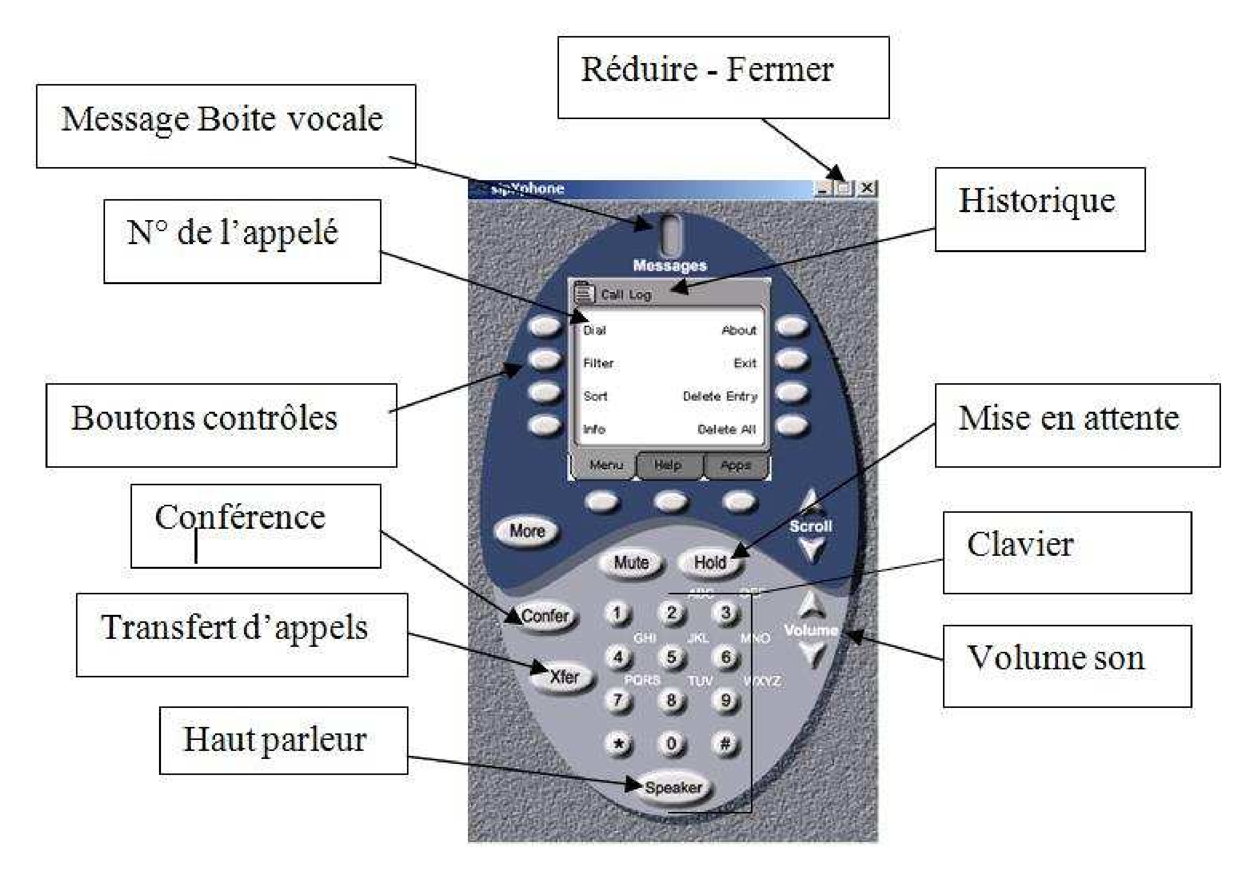
VI.2.a.4 – SipXphone

SipXphone est la retranscription logicielle des téléphones Pingtel. Tous deux utilisent le même programme Java. La version du programme Java des sipXphone étant un peu plus récente que celle des Pingtel, il existe des petites différences dans l'affichage des menus et la présentation des touches du téléphone. L'installation et la configuration de sipXphone est donc quasiment identique à celle des Pingtel.

Editeur : SIPfoundry

Lien : http://www.sipfoundry.org/pub/sipXphone/win32/sipXphone-2_6_0_27.exe

Aperçu :



Concernant les Softphones, j'ai trouvé que X-lite était le plus ergonomique et le plus simple de configuration d'utilisation. Donc c'est pour cela que j'ai opté pour ce choix la. Il permet aussi toutes les fonctionnalités les plus courantes.

VI.2.b – Tableau récapitulatif

Après comparaison d'une vingtaine de logiciels disponibles sur internet, ceux ayant retenus particulièrement mon attention sont détaillés dans le tableau suivant :

Ce tableau montre, pour chaque Softphone Open Source retenu de cette étude, s'ils sont compatibles avec les critères du cahier des charges.

	X- Lite	**SJphone**	**ExpressTalk**	**sipXphone**
Plateforme	Windows MAC OS X Linux	Windows MAC OS X Linux Pocket PC	Windows MAC OS X	Windows Gentoo Linux
Interface Graphique	Interface simple, menu option compliqué.	très complète, élégante, intuitive, différents skins possibles.	élégante, simple et intuitive à utiliser.	utilisation très simple, configuration plus compliquée
Nombre de lignes supportées	2	3	4	Conférence Possible
Qualité sonore	- sélection dynamique des CODEC. - suppression des silences.	- codecs (G.711, GSM, iLBC, Speex) - annulation echo	- inclut compression de données (GSM, uLaw, ALaw et PCM), - annulation écho - réduction du bruit	- codecs audio : G711 a-law , G711 u-law
Protocoles Utilisés	SIP	SIP H323	SIP	SIP
Messagerie	Oui			Oui
Fonctionnalités	- Proxy Multiple - transfert d'appel - alias numéro - annuaire - filtrage d'appel	- détection NAT automatique - supporte DNS - Annuaire XML	- alias numéro - annuaire - transfert d appel - musique d'attente	- port SIP et RTP/RTCP configurables

VI.3 –Étude des différents téléphones fixes (HARDPHONES)

Le téléphone IP ressemble de très près à un téléphone analogique classique. Ceux choisis devront être capable de visualiser si les collègues sont en ligne ou pas ainsi que d'interroger une base de données afin d'utiliser une sorte de carnet d'adresse en commun.

Ils sont raccordés à une prise murale du réseau informatique et alimentés par une source de courant ou bien alimenté directement par la prise murale en utilisant des switch POE.

Ils sont configurés pour pouvoir fonctionner sur le réseau informatique et pour qu'ils puissent collaborer avec l'IPBX.

VI.3.a – Comparaison des différents hardphones



VI.3.a.1 – Pingtel



Ils possèdent un écran à cristaux liquides qui permet d'afficher diverses informations. On les manipule grâce à un clavier numérique et des boutons situés autour de l'écran. On peut aussi accéder à une interface Web plus conviviale via un navigateur qui pointe vers : http://@IPduTelephone.

Dans notre cas ils ne répondent pas au cahier des charges car on ne peut pas voir la disponibilité des collègues de travail.

VI.3.a.2 – Aastra 480i



D'une ces téléphones sont très polyvalents. Les touches de raccourcis se trouvent au niveau du téléphone, tel que le bouton Conf, Xfer, Icom, Services, puis 6 boutons aux côtés du voyant appellé Softkey permettant de gérer simplement ce téléphone.

Fonctionnalités :

- Ecran large de : 3.5" x 2.25"
- 6 Boutons multi-fonctionnel sur le coté de l'écran
- 4 ligne/appels permettant de basculer de l'une à l'autre et de mettre en attente les autres.
- Des logos différents en fonction de chacun des utilisateurs (Occupé ou non)
- Haut parleur
- 10/100 Ethernet
- XML
- **Configuration:** HTTP, TFTP, Menu de configuration
- **Codecs :** G711a, G711µ, G729.
- **Coût :** 120 euros
- Option Module de rajout au téléphone permettant de faire un standard téléphonique

VI.3.a.3 – Cisco Linksys spa 942



Les touches de raccourcis se trouvent au niveau du téléphone, 4 boutons aux côtés du voyant appellé Softkey permettant de gérer simplement ce téléphone.

- 4 Boutons multi-fonctionnel sur le coté de l'écran
- **Codecs:** G711a, G711µ, G726, G729a, G723.1.
- **Configuration:** HTTP, TFTP, Menu de configuration.
- **Switch Intégré:** Oui.
- **Alimentation:** PoE ou Externe.
- **Multiligne:** Oui (4)
- **Coût :** 110 euros
- **L'utilisation de scripts XML n'est pas permise pour rajouter des fonctionnalités. Mais on peut utiliser les fonctionnalités existantes.**

VI.3.b – Tableau récapitulatif

	Pingtel	Aastra 480i	Cisco spa 942
Boutons multifonctions	8	6	4
Nombre de Lignes supportées	3	4	4
TFTP	Oui	Oui	Oui
XML	Non	Oui	Oui
Aperçu communications	Non	Oui	Non
Haut Parleur	Non	Oui	Oui

Nous avons choisi les téléphones Aastra 480i pour plusieurs raisons.



La version future de ces téléphones qui est la gamme des Aastra 55i intègre le même noyau que ceux-ci. Donc ces téléphones et toutes les fonctionnalités que l'on pourra apporter seront pérennes dans le temps.

Le support du langage XML permet à tous les développeurs de réaliser leurs propres applications. Par le biais d'un script on peut interroger Google et récupérer l'information texte sur notre téléphone, cela démontre la puissance.

Le protocole TFTP rend plus simple la configuration, car on peut la faire de manière centralisée à partir de l'IPBX.

Nous avons sélectionné la gamme de postes IP AASTRA pour leur excellent rapport qualité prix et leurs fonctionnalités avancées.

Ce sont des téléphones IP compatibles SIP. Ils s'intègrent parfaitement à une solution Asterisk, supportent des fonctionnalités comme la supervision des appels.

Ils sont faciles à configurer et à déployer. Grâce à leur API XML, il est possible de développer des applications personnalisées. Ainsi, les utilisateurs peuvent avoir accès à des services Web standard tels que les sites de météorologie ou de cotations boursières par exemple.

VI.4 - Étude du schéma de câblage

<u>On peut choisir 2 types de câblage :</u>

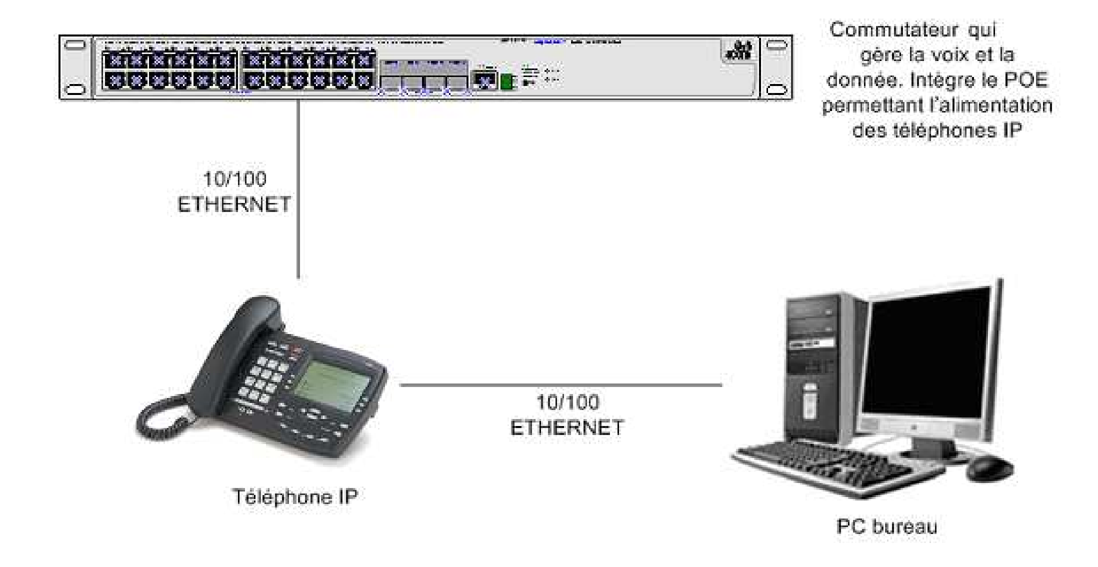
- soit avec un switch POE
- soit avec un switch non POE

Nalta Systems a des prix fournisseurs, nous avons commandé un switch POE chez Techdata.

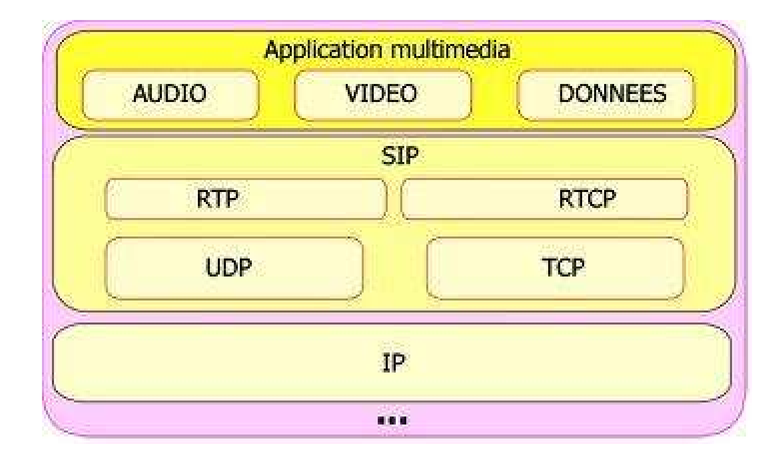
<u>Switch POE :</u>

Il est intéressant d'utiliser un switch POE, car en fait c'est la prise réseau qui alimente les téléphones IP. Le seul inconvénient est qu'il coûte plus cher qu'un switch non POE.

Voici la solution de câblage adoptée :



VI.5 - Étude du protocole de communication



Asterisk permet d'implémenter les trois protocoles qui se partagent actuellement le marché de la voix sur IP. Il s'agit des protocoles MGCP, H323 et SIP. MGCP, très peu usité, est un peu à part car il se contente uniquement de gérer les passerelles IP / RNIS et H323 est un peu dépassé, bien que très longtemps utilisé mais trop lourd en ressources. Donc notre choix s'est porté sur le protocole SIP.

Le protocole SIP (Session Initiation Protocol) est une nouvelle norme de communication IP. On le retrouve principalement dans la téléphonie IP, mais il sert également pour la vidéo conférence, l'indication de disponibilité, ou la messagerie instantanée. L'idée de départ de SIP était de développer un protocole englobant toutes les fonctions de traitement des appels actuellement offertes par le RTC. Ainsi, SIP gère les fonctions standard de signalisation téléphonique telles que la composition du numéro, la sonnerie, le signal d'appel ou la tonalité qui renseigne lorsque la ligne est occupée. De plus, ce protocole a été conçu pour fournir de nombreuses fonctionnalités SS7 (Signalling System 7) de gestion des appels incluant les services de traduction de numéros, mais aussi des options beaucoup plus complexes telles que l'identification de l'appelant. Enfin, puisque SIP fonctionne avec un grand nombre de protocoles de transmission multimédia, il permet d'initier, de gérer et de terminer un large éventail de services multimédia. L'architecture en couches du protocole SIP, telle que le présente le modèle OSI suivant, fait apparaître une palette de nombreux protocoles :

Les protocoles mis en jeu, au niveau de la couche SIP, sont :

- **R.T.P.(Real-time Transport Protocol)** pour transporter des informations, données multimédia, en temps réel avec une excellente qualité de services. Ce protocole est utilisé lors des communications SIP pour transporter les flux de voix associés à un codec de compression.

- **R.T.C.P.(Real-Time streaming Control Protocol)** pour assurer le contrôle de flux des données multimédia.

Fonctionnement de SIP :

SIP permet donc de mettre en place une communication. Pour cela avant que la connexion soit établie, il se charge d'envoyer plusieurs paquets entre les postes afin de définir le début et la fin de la conversation, son type, et sa composante (type d'encodage utilisé pour l'audio).

Ces requêtes sont répertoriées sous divers codes :

- **1xx : Information** - La requête a été reçue par le destinataire et continue à être traitée

  (ex : 180 = 'en train de sonner')

- **2xx : Succès** - (ex : 200 ='OK', 202='acceptée').

- **3xx : Redirection** - Une autre action doit avoir lieu afin de valider la requête.

- **4xx : Erreur du client** - La requête contient une syntaxe fausse ou bien elle ne peut pas être traitée par ce serveur (ex : 404 = 'Not found')

- **5xx : Erreur du serveur** - Le serveur n'a pas réussi à traiter une requête qui semble être correcte.

- **6xx : Echec général** - la requête ne peut être traitée par aucun serveur.

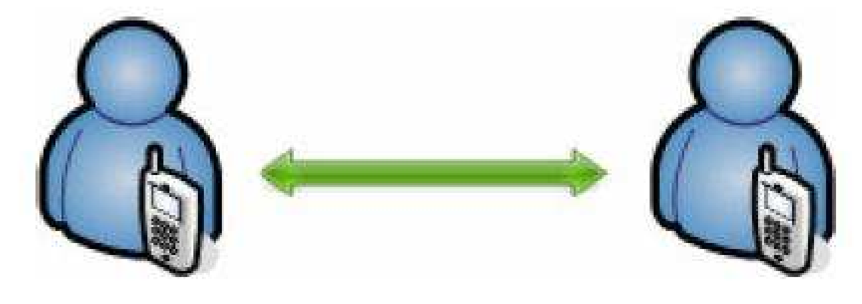
On distingue également 2 modes précis d'ouverture de sessions avec SIP que l'on va détailler :

- **Mode Point à point** : communication entre deux postes ;

- **Mode diffusif** : Plusieurs postes membres d'un serveur.

Mode Point à point :

Le mode point à point est donc une communication simple entre deux sans passer par une passerelle.



mode point à point

Pour ouvrir une session, un utilisateur émet une invitation transportant un descripteur de session permettant aux utilisateurs souhaitant communiquer de s'accorder sur la compatibilité de leur média.

L'appelant et l'appelé doivent être identifiés via son URL SIP qui est du même type qu'une URL mailto (utilisateur@machine). Pour le mode point à point on utilise donc l'adresse IP du poste à joindre dans le logiciel de communication : (sip:nom@adresseip).

Pour ouvrir une session, l'appelant envoie une requête contenant l'URL SIP du destinataire.

Lors de la mise en place de cette communication, plusieurs paquets sont échangés entre les deux postes :

- **Invite** : Permet d'informer le destinataire qu'une communication veut être établie avec lui et l'appelant.

- **Trying** : Essai d'établir la connexion,

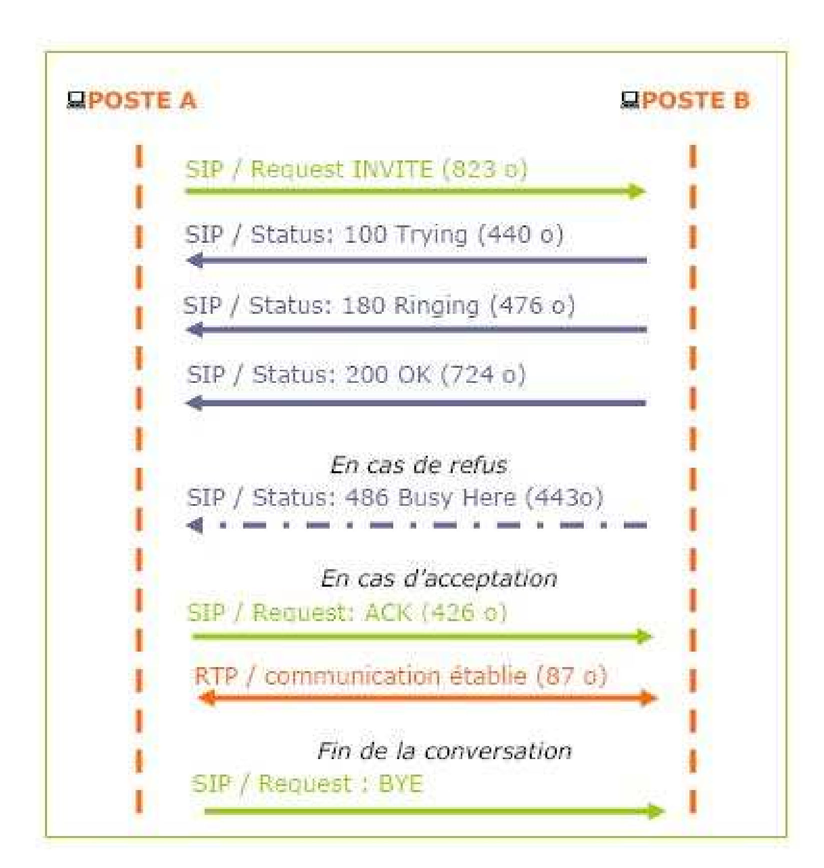
- **Ringing** : Emet une sonnerie en attendant le décrochage du combiné distant.

- **OK** : Permet d'acquitter une fois le combiné distant décroché.

- **ACK** : Cette requête permet de confirmer que le terminal appelant a bien reçu une réponse définitive à une requête Invite.

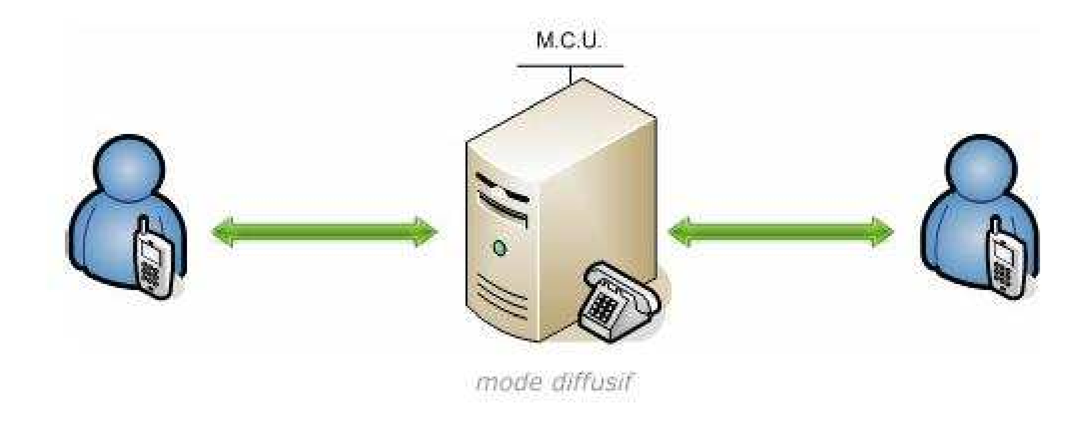
- **RTP** : Retrouver les explications de ce protocole dans la partie VoIP.

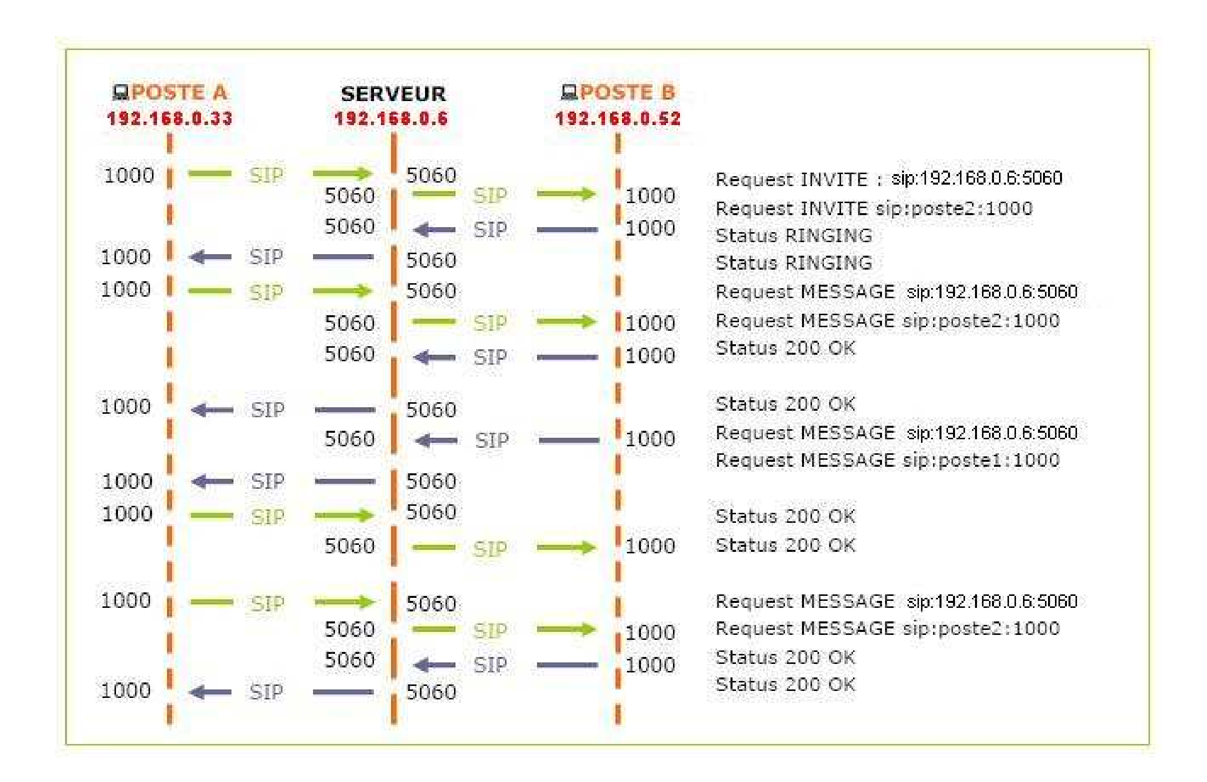
- **BYE** : Cette requête est utilisée par le terminal de l'appelé afin de signaler qu'il souhaite mettre un terme à la session.



Mode diffusif :

Le mode diffusif, contrairement au mode point à point, utilise une passerelle pour réaliser une communication entre deux éléments. Les clients sont enregistrés sur un serveur appelé M.C.U. qui va les identifier par rapport à un numéro. Lorsqu'un client veut appeler quelqu'un, il ne va donc plus utiliser l'adresse IP mais sont identifiant.





VI.6 – Étude de la Qualité de Service (QoS) :

La voix est un client très exigeant pour les infrastructures de réseau IP. La mise en place de mécanismes de Qualité de Service (QoS) sur IP pour assurer son temps de transit est indispensable. De plus, il est indispensable d'assurer une bonne Qualité de Service pour fournir aux utilisateurs la même fiabilité et qualité que le réseau à commutation de circuits (RTC).

La téléphonie est une application en temps réel, il faut donc minimiser :

- Le délai de bout en bout
- Le niveau de perte de paquet
- La gigue réseau

Dans le futur, lors de l'achat d'un nouveau routeur il faudrait qu'il y est la possibilité de réaliser des VLAN.

- **Mise en place de deux vlan**

Afin de garantir une utilisation optimale de notre réseau de voix il faut mettre en place 2 vlan. En effet, par le biais des équipements réseaux ça permet de créer un « vlan data » ou toutes les données vont circuler à travers celui-ci et un « vlan voix ». En priorisant l'ensemble du trafic voix sur le trafic data, c'est-à-dire que en mettant en place une « file d'attente voix » et une « file d'attente data » et ensuite c'est le mécanisme de QoS qui permettra de traiter dans un premier temps les paquets voix et ensuite les paquets data.

Les caractéristiques suivantes décrivent la mise en place de la QoS pour le trafic voix sur un réseau câblé:

- Dédier un accès par utilisateur ou par dispositif
- La QoS peut être appliquée au trafic ascendant ou descendant

VI.7 – Étude de l'accès opérateur :

Il y a deux façons de passer à la VoIP. La première est celle dite " **FULL IP** ". L'autre approche peut sembler moins risquée, c'est la solution qui allie le " **RNIS + IP** ". Le RNIS est le **Réseau numérique à intégration de services**, soit une évolution entièrement numérique des réseaux téléphoniques existants.

Dans les deux cas, on utilise le même matériel. L'utilisation de postes IP rend possible la communication entre les téléphones et les applications du LAN (les PC). La particularité de la solution " **IP + RNIS** " réside dans le fait que pour téléphoner vers le **RNIS**, on va utiliser un équipement dédié, qui permet de regrouper les appels en un point précis du réseau. Cet équipement central de téléphonie n'a pas la même appellation selon la technologie déployée.

- <u>Soit du full IP</u>



- <u>Soit une solution avec IP + NUMERIS (RNIS)</u>



Je pense que la meilleure solution est bel et bien la deuxième. Car la première solution mise toute la téléphonie de l'entreprise sur la fiabilité d'internet, même en prenant 2 abonnements Adsl ou une Sdsl, il y aura toujours la possibilité d' avoir des coupures (problème au central Adsl proche, problème général sur internet, problème venant du fournisseur Voip, etc...).

La solution la plus recommandée pour sa fiabilité consiste à garder une ligne numéris pour les appels entrants (et sortants de secours). Les appels sortants passent sur un réseau IP avec de la QoS et/ou un abonnement Adsl dédié à la voix (suivant le nombre de communications simultanées, le débit montant de la ligne, le Codec utilisé).

VI.8 – Étude des operateurs IP

VI.8.a – Comparaison des différents Operateurs IP

Il n'est pas toujours facile de choisir entre les solutions de type Centrex IP. Avant de dépouiller les appels d'offres, voici quelques points sur lesquels il faut s'interroger :

• les postes de téléphone IP seront-ils compris dans le forfait ? Dans bien des cas il peut être préférable de les acheter (prix unitaire : environ 100 euros).

• des frais de mise en service s'ajoutent-ils aux frais initiaux de création et d'installation de votre système de ToIP ?

• pour les communications, le fournisseur propose-t-il une formule tout compris avec appels illimités vers les lignes fixes en France ou toutes les communications sont-elles facturées indépendamment du forfait par ligne ? Cette deuxième formule peut s'avérer plus intéressante. Analysez bien vos besoins !

• des frais de maintenance annuelle ou mensuelle sont-ils à prévoir en plus de la location ou de l'achat des postes IP ?

• voulez-vous récupérer des bases et combinés DECT afin de disposer de quelques postes sans fil ? Dans ce cas il faudra prévoir l'acquisition d'une passerelle spécifique supportant en général de une à quatre bases DECT qui seront reconnues sur le réseau comme autant de postes IP.

• pensez aussi à vous faire présenter l'interface d'administration Web de votre PABX virtuel. Elle n'est pas toujours un modèle d'ergonomie. La plupart des options avancées seront pourtant définies directement sur celle-ci : filtrage, renvois, raccourcis, transferts, boîtes vocales, musiques d'attente, etc.

VI.8.a.1 – Direct centrex

Lien : http://www.directcentrex.com/

COUT FIXE : FRANCE 0.0170 € (HT/min)

COUT MOBILE : FRANCE MOBILE 0.1617 € (HT/min)

VI.8.a.2 – Freeipcall

Lien : http://www.freeipcall.com/

COUT FIXE : FRANCE 0.03 € (HT/min)

COUT MOBILE : FRANCE MOBILE 0.11 € (HT/min)

VI.8.a.3 – Ippi

Lien : http://www.ippi.fr/

COUT FIXE : FRANCE 0.019 € (HT/min)

COUT MOBILE : FRANCE MOBILE 0.15 € (HT/min)

VI.8.b – Tableau récapitulatif

	Direct centrex	Freeipcall	Ippi
Cout fixe (HT/min)	0.017 €	0.03 €	0.019 €
Cout mobile (HT/min)	0.1617 €	0.11 €	0.15 €
Qualité	Très bonne	Correcte	Correcte
Disponibilité	Très bonne	Aléatoire	Aléatoire

VI.9 – Étude de la Qualité de Service (QoS) :

La voix est un client très exigeant pour les infrastructures de réseau IP. La mise en place de mécanismes de Qualité de Service (QoS) sur IP pour assurer son temps de transit est indispensable. De plus, il est indispensable d'assurer une bonne Qualité de Service pour fournir aux utilisateurs la même fiabilité et qualité que le réseau à commutation de circuits (RTC).

La téléphonie est une application en temps réel, il faut donc minimiser :

- Le délai de bout en bout
- Le niveau de perte de paquet
- La gigue réseau

Dans le futur, lors de l'achat d'un nouveau routeur il faudrait qu'il y est la possibilité de réaliser des VLAN.

- **Mise en place de deux vlan**

Afin de garantir une utilisation optimale de notre réseau de voix il faut mettre en place 2 vlan. En effet, par le biais des équipements réseaux on peut créer un « vlan data » ou toutes les données vont circuler à travers celui-ci et un « vlan voix ». En priorisant l'ensemble du trafic voix sur le trafic data, on met en place une « file d'attente voix » et une « file d'attente data » et ensuite c'est le mécanisme de QoS qui permettra de traiter dans un premier temps les paquets voix et ensuite les paquets data.

Les caractéristiques suivantes décrivent la mise en place de la QoS pour le trafic voix sur un réseau câblé:

- Dédier un accès par utilisateur ou par dispositif
- La QoS peut être appliquée au trafic ascendant ou descendant

VI.10 – Choix du plan de numérotation :

J'ai pris un plan de numérotation à **3** chiffres, ceci nous permettra d'avoir une grande marge de manœuvre.

Les administrateurs de l'IPBX sont en charge du plan de numérotation.

Numéro	Nom utilisateur	Mot de passe	sda associé	Type de téléphone	Personne
800	800	1234	05 59 14 58 00	-	Standard
801	801	1234	05 59 14 58 01	Hard phone 480i	F. Dumont
802	802	1234	05 59 14 58 02	Hard phone 480i	C. Blais
803	803	1234	05 59 14 58 03	Hard phone 480i	M. Leborgne
804	804	1234	05 59 14 58 04	Hard phone 480i	N. Gourles
805	805	1234	05 59 14 98 96	Hard phone 480i	F. Hoarau
808	806	1234	05 59 14 58 08	Fax	Fax
			05 59 14 96 69		Futur USE
			05 59 14 97 14		Futur USE
			05 59 14 97 45		Futur USE

Les utilisateurs et leurs mots de passe sont définis dans le fichier *sip.conf.*

Le numéro est lui définit dans *extensions.conf.*

On remarque que l'on a 3 numéros de téléphones non attribué en interne. Tout simplement France télécom vend les numéros par paquets de 5 donc ils seront pour une utilité future.

VI.11 – Coût de la solution choisie :

VI.10.a – Devis

On a acheté ce Switch chez Techdata un fournisseur de Nalta Systems

Switch POE = 115 Euros



Le meilleur fournisseur que nous avons retenu pour les Téléphones AASTRA 480i est Easywave.

Le prix pièce où l'on obtient ces téléphones est de 125 € HT. (Quantité : 5)



Chez ce même fournisseur nous avons retenu la carte RNIS : (29 € HT).



On a sélectionné un boitier Fax chez le Fournisseur Direct Centrex. (Boitier Cisco Linksys ATA : PAP2T 1 Ethernet / 2 FXS.)

Le prix de ce boitier est de 42 € HT



Serveur IPBX :

Le serveur est une machine existante de chez Nalta Systems. Coût de cette machine : 270 €HT



Opérateurs IP : Direct Centrex



Coûts des appels sortants : http://www.directcentrex.com/tarifs.ihtml

VI.10.b – Acceptation du devis

Donc voici le coût global que cela engendre de mettre cette solution dans l'enceinte de la société.

COÛT

Produits	Quantités	Prix unitaire HT (euros)	Montant HT
Serveur	1	270	270
Switch POE	1	115	115
Téléphones Aastra 480i	5	125	625
Boitier Fax Linksys PAP 2T	1	42	42
Carte RNIS	1	29	29

<u>Coût total de mise en place :</u>

			Montant HT
Total 1			1081

Coût lié aux opérateurs :

Opérateurs	Quantités	Prix unitaire HT (euros)	Montant HT
IP : Direct Centrex Abonnement/ mois	1	2,95	2,95
Voix : Abonnement RNIS accès de base (2B+1D) (5 numéros)/ 2 mois	2	33,60	67,20
Numéro sélection directe/ 2 mois	10	0,91	9,10

Coût total mensuel :

			Montant HT
Total 2			41,10

Donc on se rend compte que le prix pour mettre la solution en place a couté 1081 € HT soit 1293 € TTC.

Il faudra sur l'année payer les abonnements France Télécom et Direct Centrex à savoir 493,20 € HT.

Il ne reste plus qu'à payer le coût des communications suivant la grille tarifaire disponible sur l'URL suivante : http://www.directcentrex.com/tarifs.ihtml.

Un constat après un an d'utilisation chez Nalta Systems. C'est que l'on a réduit par 2 la consommation à savoir ils payaient en moyenne 300 euros/mois. Depuis le passage à la téléphonie sur IP en libre, ils en sont à 150 euros par mois au niveau des coûts.

Gain de la société : 150 * 12 = 1800 Euros TTC

Donc au bout de 1 an le matériel choisi est amorti et ils font même un Gain de 507 € TTC. Dans le cas de cette société, on remarque qu'il était évident que la migration leur ferait faire des économies mais chaque cas étant différent, il faut en étudier les consommations auparavant.

VII. Mise en place technique de la solution

VII.1-Généralités

Avant de rentrer dans les détails du projet, une présentation générale du logiciel Asterisk s'impose. Asterisk est un logiciel Open Source développé en 1999 par Mark Spencer. Il est distribué sous licence GPL. Asterisk peut être configuré comme le cœur d'un PABX IP, commutant les appels, gérants diverses fonctionnalités et connectant les appelants avec le monde extérieur à travers des liens IP, analogiques (RTC) et numériques (T0/T2). Asterisk fonctionne sur une large variété de systèmes comme Linux, Mac OS X, OpenBSD, FreeBSD et Sun Solaris. Il fournit toutes les fonctionnalités que l'on peut attendre d'un PABX incluant beaucoup de fonctionnalités avancées souvent associés aux PABX prioritaires haut de gamme aux prix élevés. L'architecture d'Asterisk est conçue pour une flexibilité maximale et pour le support de la plus part des protocoles VoIP. Asterisk peut interagir avec la plupart des équipements standards de téléphonies en utilisant du matériel peu couteux. Il peut aussi être configuré en tant que Serveur vocal Interactif (SVI). De part sa flexibilité, Asterisk est adopté par de nombreux centres d'appels grâce à son Automatic Call Distributor (ACD, où distributeur automatique d'appels). Un ACD permet de distribuer, et de router les flux d'appels de manière intelligente vers les différents agents d'un centre d'appel.

Donc j'organise la partie VII de la façon suivante :

- L'architecture d'Asterisk
- Intégration de l'IPBX Asterisk chez NALTA Systems
- L'interface FreePbx : cette interface permet de gérer presque toutes les fonctionnalités liées à l'IPBX Asterisk (sauf notamment la configuration des téléphones IP).
- Configuration des téléphones IP : une interface contenue dans chaque téléphone fixe permet de les configurer un à un.
- Mon interface de gestion des téléphones fixes : cette interface que j'ai mise en place permet de gérer de manière centralisée tous les téléphones de la société NALTA Systems en réalisant un gain de temps.
- La liaison RNIS : cette liaison permet de recevoir les appels de l'extérieur.
- Configuration du Fax : cette fonctionnalité permet de recevoir les FAX directement sur le mail.
- Sauvegardes

VII.2- L'architecture d'Asterisk

Asterisk est conçu pour un maximum de flexibilité. Pour cela des API (Application Programming Interface ou interface de programmation) spécifiques sont définis autour d'un noyau central de commutation. Le noyau s'occupe des interconnections internes du PABX IP sans tenir compte des protocoles, codecs et du matériel utilisés, ce qui autorise Asterisk à utiliser tous le matériel et les technologies appropriés déjà existants ou futurs.

VII.2.1- Les Fonctions du noyau

- Commutateur (PBX Switching) :

  Connecte de façon transparente les appels arrivant sur diverses interfaces matériels et logiciels.

- Lanceur d' applications (Application Launcher) :

  Lance les applications qui fournissent des services aux usagers, comme la messagerie vocale, la lecture de fichiers audio et le listage de répertoires.

- Transcodeur de codecs (Codec Translator) :

  Utilise des modules de codecs pour l'encodage et le décodage de différents formats de compressions audio utilisés dans l'industrie téléphonique. Un certain nombre de codecs sont disponibles pour palier aux divers besoins et pour arriver au meilleur équilibre entre la qualité audio et l'utilisation de la bande passante.

- Planificateur et manager I/O (Scheduler and I/O Manager) :

  Gère la planification des tâches de bas niveau et la gestion du système pour une performance optimale sous toutes les conditions de charges.

VII.2.2- Les APIs

Quatre APIs sont définies pour le chargement des modules, facilitant l'abstraction du noyau pour le matériel et les protocoles utilisés. En utilisant ce système de chargement de module, le noyau d'Asterisk n'a pas à se soucier des détails sur la connexion des appels, les codecs utilisés etc.

- L'API channel (Channel API) :

Gère le type de connexion sur lequel l'appel arrive, que se soit un lien de type VoIP, RNIS, analogique ou tout autres technologies. Des modules dynamiques sont chargés pour s'occuper des détails des connexions des couches de bas niveaux.

- L'API application (Application API) :

Autorise le lancement de différents modules de tâches pour exécuter de nombreuses fonctions. Conférence, annuaire, messagerie vocale, transmission de données intégrés et toutes autres tâches qu'un PABX peut accomplir maintenant ou accomplirait prochainement sont commandés par ces modules distincts.

- L'API transcodeur de codec (Codec Translator API) :

Charge les modules de codecs pour supporter divers format d'encodage et décodage audio comme le GSM.

- L'API format de fichier (File Format API) :

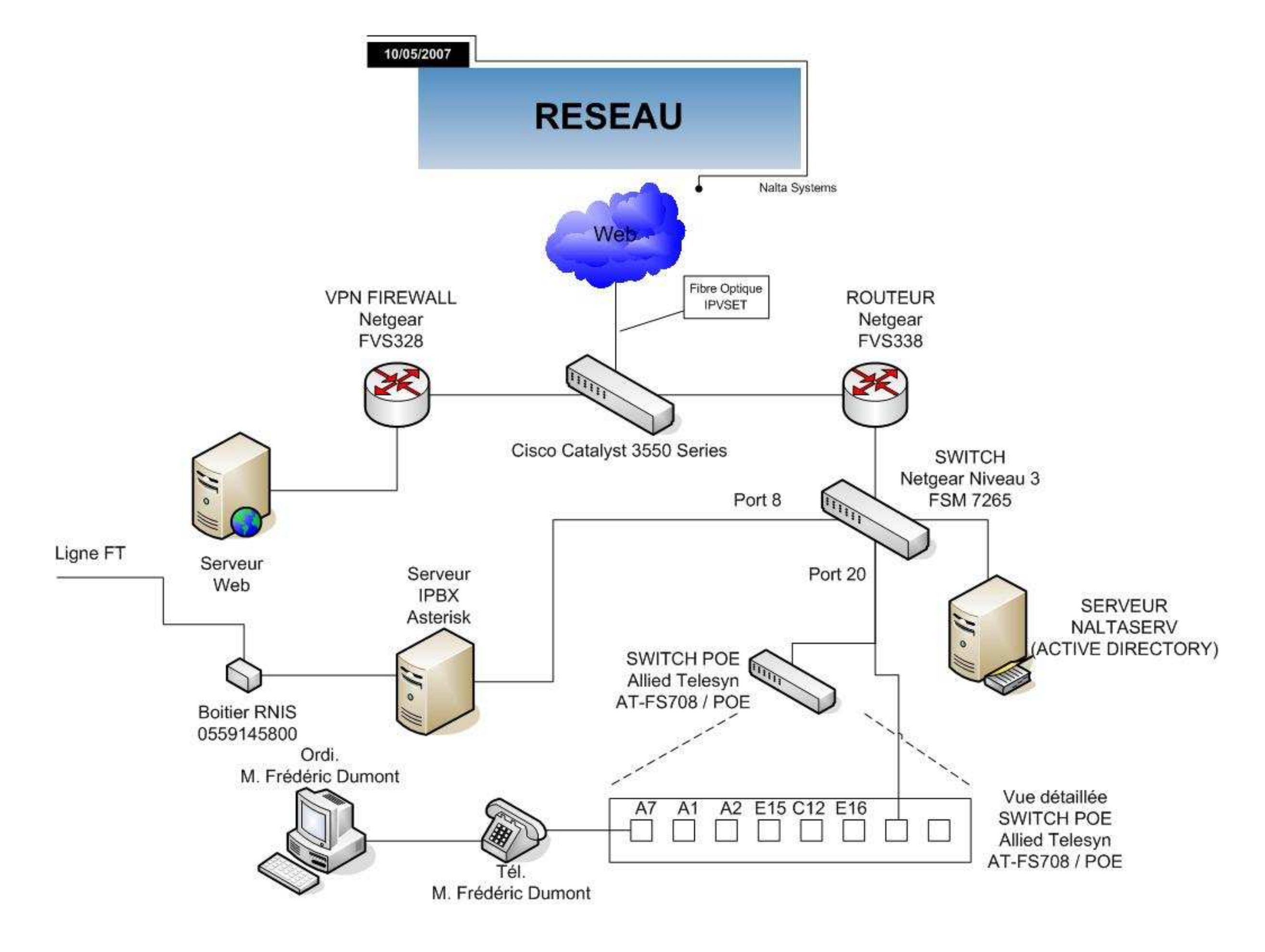
Permet la lecture et l'écriture de plusieurs formats de fichier pour le stockage des données dans le système de fichiers.

VII.3 – Intégration de l'IPBX Asterisk chez NALTA Systems

La solution retenue par la société NALTA Systems pour implémenter la téléphonie sur IP est donc Asterisk.

Asterisk permet de mettre en œuvre un plan de communication sur IP propre à l'entreprise. Elle permet aussi d'interconnecter des sites distants et de relier les réseaux IP locaux au réseau de téléphonie classique.

Voici l'architecture retenue :



VII.3.a La mise en place du serveur Asterisk :

J'ai installé sur un serveur une distribution grand public gratuite du noyau Linux, CentOs 4.4 sponsorisée par le distributeur RedHat. CentOs se distingue par la stabilité du système qui est réellement éprouvée avant de sortir une nouvelle version.

L'installation de la distribution Linux et du serveur Asterisk étant assez longues et complexes, elles sont l'objet d'un document dédié que vous trouverez ci joint. Merci donc de vous reporter au document Manuel_d_installation_trixbox_asterisk.doc pour toute information complémentaire.

Aucune interface graphique n'est intégrée par défaut aux sources téléchargeables. Une interface CLI (Command Line Integration) est le seul moyen d'interaction avec le logiciel. Il existe des GUI (Graphic User Interface) mais ceux-ci sont dans la plupart des cas incomplets par rapport à toutes les fonctionnalités que permettent les fichiers de configuration. Néanmoins, une GUI se distingue des autres : FreePbx.

Le management d'Asterisk est donc établi grâce aux fichiers de configuration. On se connecte à la console d'Asterisk en tapant :

asterisk -rvvvvvvvc

L'option « r » permet de se connecter au processus asterisk existant.

L'option « v » indique le niveau d'informations des messages qui vont s'afficher à l'écran.

L'option « c » indique l'ouverture du mode console.

D'autres options sont également disponibles :

L'option « f » permet de ne pas modifier la couleur de fond du terminal Asterisk.

L'option « i » initialise les clés de cryptage au démarrage.

L'option « q » permet le démarrage en mode 'silencieux ' (Quiet Mode) sans aucun message.

L'option « d » permet un démarrage du système en tache de fond.

Pour quitter le mode console, il faut entrer la commande CLI : **CLI> Stop now**

VII.3.b Le système de fichiers :

Avec l'installation, Asterisk met en place un vaste système de fichiers que nous allons décrire.

On distingue huit emplacements majeurs de fichiers d'Asterisk :

/var/log/asterisk/ : contient les fichiers d'évènements d'Asterisk où sont recensés tous les messages et les commandes exécutés par la solution.

/usr/include/asterisk/ : contient tous les fichiers header (fichier.h) du code source.

```
[root@serveur ~]# cd /usr/include/asterisk/
acl.h           chanvars.h      frame.h         plc.h
adsi.h          cli.h           fskmodem.h      poll-compat.h
aes.h           #config.h#      image.h         privacy.h
agi.h           config.h        indications.h   res_odbc.h
alaw.h          config_old.h    io.h            rtp.h
app.h           crypto.h        linkedlists.h   say.h
astdb.h         cvsid.h         localtime.h     sched.h
ast_expr.h      dlfcn-compat.h  lock.h          srv.h
astmm.h         dns.h           logger.h        tdd.h
astobj.h        dnsmgr.h        manager.h       term.h
astosp.h        dsp.h           md5.h           transcap.h
callerid.h      dundi.h         module.h        translate.h
causes.h        endian.h        monitor.h       ulaw.h
cdr.h           enum.h          musiconhold.h   unaligned.h
channel.h       features.h      options.h       utils.h
channel_pvt.h   file.h          pbx.h      _    vmodem.h
```

/usr/sbin/ : contient le script de démarrage d'Asterisk.

/usr/lib/asterisk/modules/ : contient tous les fichiers .so, les fichiers qui sont générés lors de la compilation du projet. Ces fichiers sont les modules d’Asterisk et représentent toutes les fonctionnalités de ce système.

/usr/src/asterisk/ : contient l'ensemble des sources du logiciel et les fichiers qui vont composer le système de fichier.

/var/spool/asterisk/ : contient des fichiers générés par les commandes et les services Asterisk comme les fichiers contenant les messages vocaux des répondeurs ou les fichiers de fax.

/var/lib/asterisk/ : contient tous les fichiers nécessaire aux fonctionnalités d'Asterisk comme les clés de cryptages, les scripts, les fichiers sonores tels que les musiques d'attente et tous les messages vocaux du système.

/etc/asterisk/ : Ce répertoire est le plus important, il contient tous les fichiers de configuration. Ces fichiers doivent être paramétrés pour établir un IPBX complet.

Tous les fichiers de ce répertoire sont référencé et explicités dans la partie suivante.

VII.3.c les fichiers de configuration :

Les fichiers de configuration contenus sous le répertoire /etc/asterisk/ sont les fichiers à éditer et à modifier afin de réaliser l'application souhaitée.

Ils se divisent en plusieurs catégories :

- Fichier de configuration générale, asterisk.conf, ce fichier permet de définir tous les emplacements des fichiers Asterisk.

Par défaut, il est paramétré de la manière suivante :

[directories]

astetcdir => /etc/asterisk

astmoddir => /usr/lib/asterisk/modules

astvarlibdir => /var/lib/asterisk

astagidir => /var/lib/asterisk/agi-bin

astspooldir => /var/spool/asterisk

astrundir => /var/run

astlogdir => /var/log/asterisk

- Fichiers de configuration des différents canaux de communications possibles avec Asterisk :

  - **adtranvofr.conf:** Configure le canal de communication avec une commutation frame relay.
  - **agents.conf:** Configure les membres des groupes.
  - **h323.conf:** Configure les canaux de communication et les clients du protocole H323.
  - **iax.conf:** Configure les canaux de communication et les clients du protocole IAX.
  - **mgcp.conf:** Configure les canaux de communication avec le protocole MEGACO (MGCP).
  - **modem.conf:** Configure les canaux RNIS avec carte ISDN (utilisation désuète)
  - **phone.conf:** Configure les dispositifs de téléphonie de Linux.

- **sip.conf:** Configure les canaux de communication et les clients du protocole SIP.
- **skinny.conf:** Configure les canaux de communication et les clients du protocole Skinny, protocole propre aux matériels Cisco SCCP.
- **vpb.conf:** Configure les canaux de communication vpb pour les cartes Voicetronix.
- **zapata.conf:** Configure les canaux de communication zap pour les cartes Digium.

- Fichier de configuration du plan de numérotation (Dialplan) :
  - **extensions.conf :** Configure le plan de numérotation de l'application. Ce fichier permet donc d'établir toute la configuration de l'application et il fait donc appel à tous les autres fichiers de configuration.

- Fichiers de configuration des commandes spécifiques au plan de numérotation :
  - **features.conf :** Configure la mise en attente des appels.
  - **alarmreceiver.conf :** Configure l'application d'une commande automatique à une certaine date ou une certaine heure.
  - **enum.conf :** Configure l'application ENUM (tElephone NUmber Mapping) qui est un procédé permettant de faire le lien entre un numéro au format téléphonique habituel et un ensemble de noms et identités que l'utilisateur aura associés à son numéro (courrier électronique, messagerie vocale, fax, etc.). Il repose sur la conversion d'un numéro de téléphone en un nom via l'interrogation d'un serveur DNS.
  - **dundi.conf :** Configure l'application DUNDI (Distributed Universal Number Discovery) qui est un protocole proche de ENUM utilisant un système peer-to-peer.
  - **indications.conf :** Configure la génération des différentes tonalités d'appels.
  - **meetme.conf :** Configure les conférences audio.
  - **musiconhold.conf :** Configure les musiques de mises en attentes.
  - **queues.conf :** Configure les groupements d'appels.
  - **voicemail.conf :** Configure la boite vocale qui est la messagerie des utilisateurs.

- D'autres fichiers de configuration :
    - **codec.conf :** gère les paramètres des codecs supportés par Asterisk
    - **manager.conf :** gère l'accès à distance des utilisateurs au serveur Asterisk avec des accès limités suivant si il désire voir ou modifier la configuration.
    - **modules.conf :** permet l'ajout ou la restriction des nouveaux modules Asterisk.
    - **rtp.conf** : configure le Protocole Temps Réel (RTP) supportant le flux de voix.

D'autres fichiers de configuration peuvent être édités qui permettent de gérer les modules pouvant être ajoutés à Asterisk.

VII.4 - L'interface FreePbx

.

Dans un second temps, j'ai installé l'interface graphique FreePbx pour permettre aux utilisateurs non spécialistes de modifier les configurations sans réellement connaître le fonctionnement des fichiers d'Asterisk.

Une fois le système bien configuré cette interface est simple d'utilisation et très complète.

Ce logiciel apporte un portail php/mysql/cgi/agi de gestion complète du serveur téléphonique Asterisk. Il permet de définir un plan de numérotation (dialplan) personnalisé, de gérer facilement les extensions téléphoniques analogiques, SIP, les utilisateurs, les menus vocaux, les boites de messageries...

En fait, ce programme est intéressant également car il modifie des fichiers sous /etc/asterisk en modifiant les fichiers classiques qu'il faudrait modifier manuellement mais en créant un fichier qui s'appelle <nom_fichier>_additional.conf et ils ont fait un include de ce nouveau fichier généré par l'interface Web dans le fichier <nom_fichier>.conf

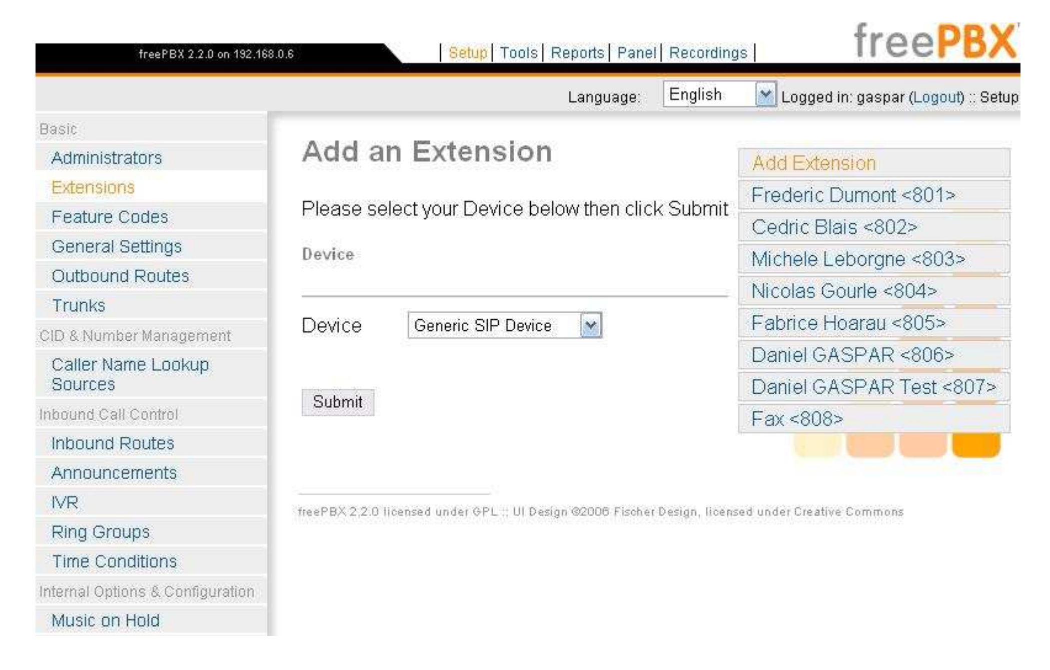
Pour une meilleure lisibilité, un découpage fonctionnel est possible grâce à la directive #include

VII.4.a La mise en place de l'interface Freepbx :

Voici l'emplacement où vous pouvez télécharger l'interface FreePbx : (http://freepbx.org/)

VII.4.b La configuration des extensions:

Il est possible de configurer, de manière graphique, les différents postes de la société NALTA Systems.

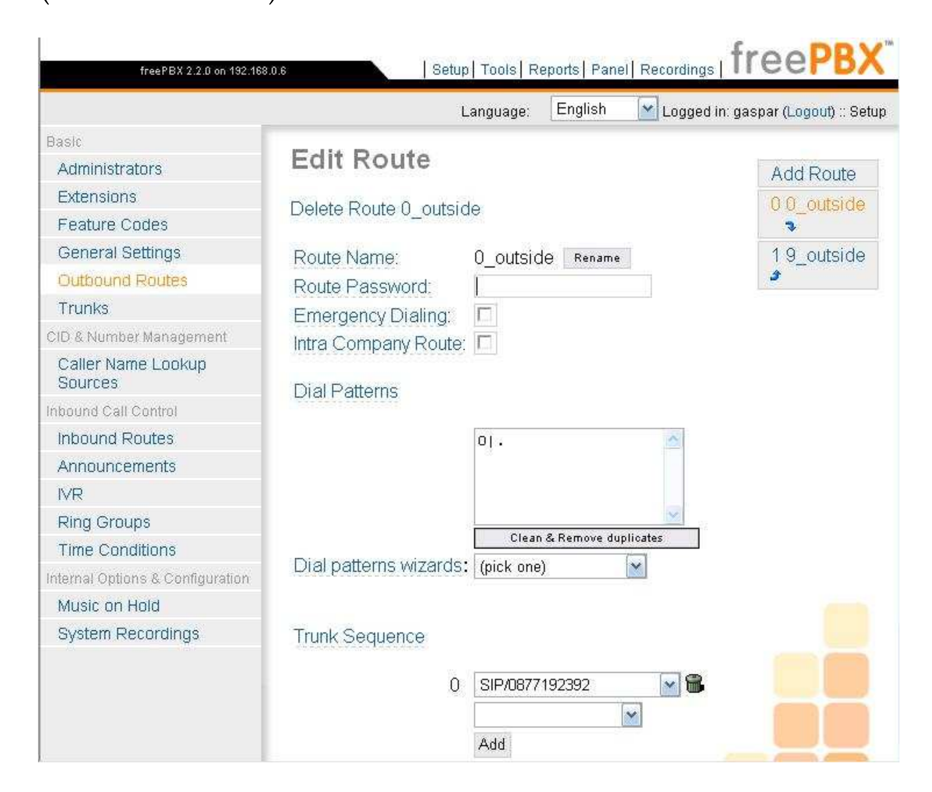


VII.4.c La configuration des routes de sorties :

Pour être routés vers l'extérieur, les appels sortants devront être préfixés par un 0.

Direct Centrex est la passerelle IP qui nous permet de rejoindre le réseau téléphonique commuté.

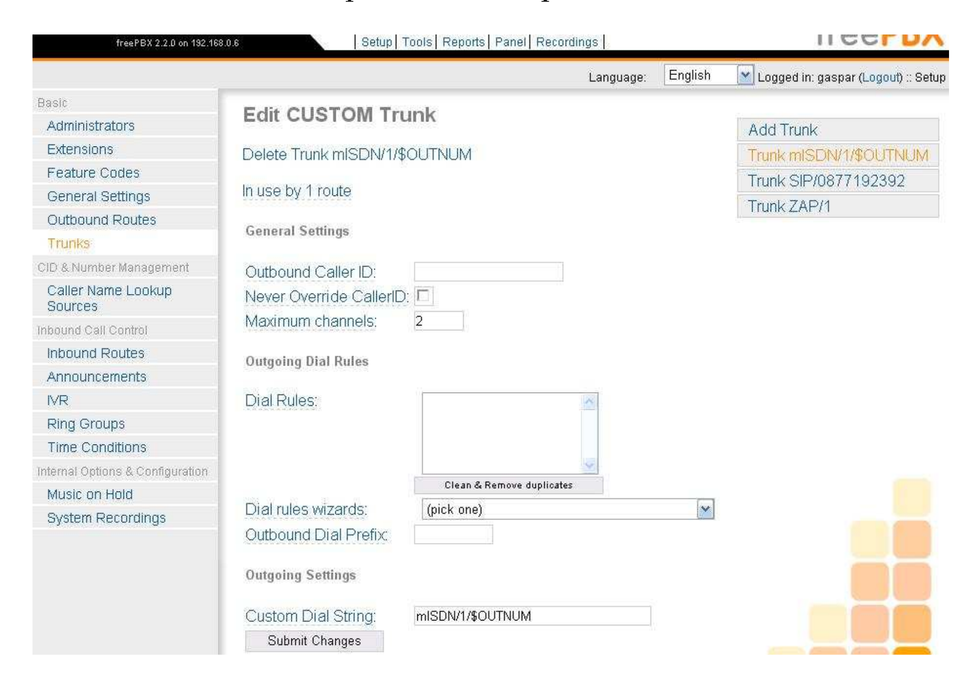
En utilisant le 9 j'ai configuré une sortie via RNIS qui n'est à utiliser qu'en cas de problème au niveau IP. (Sortie de secours).



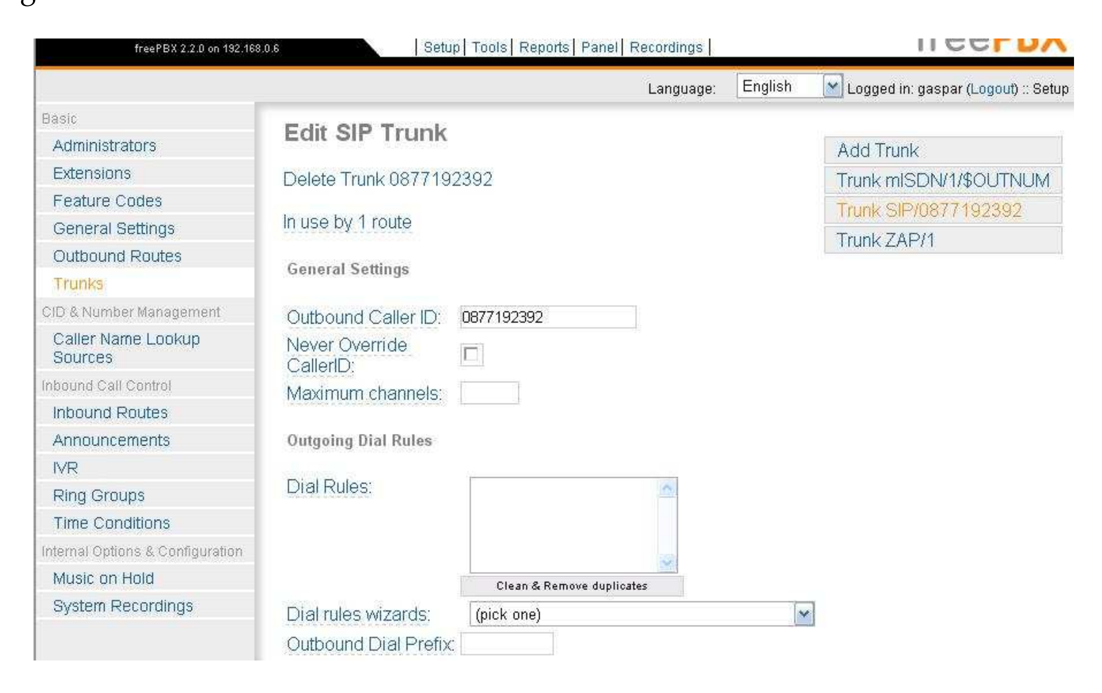
VII.4.d La configuration des lignes(Trunk) :

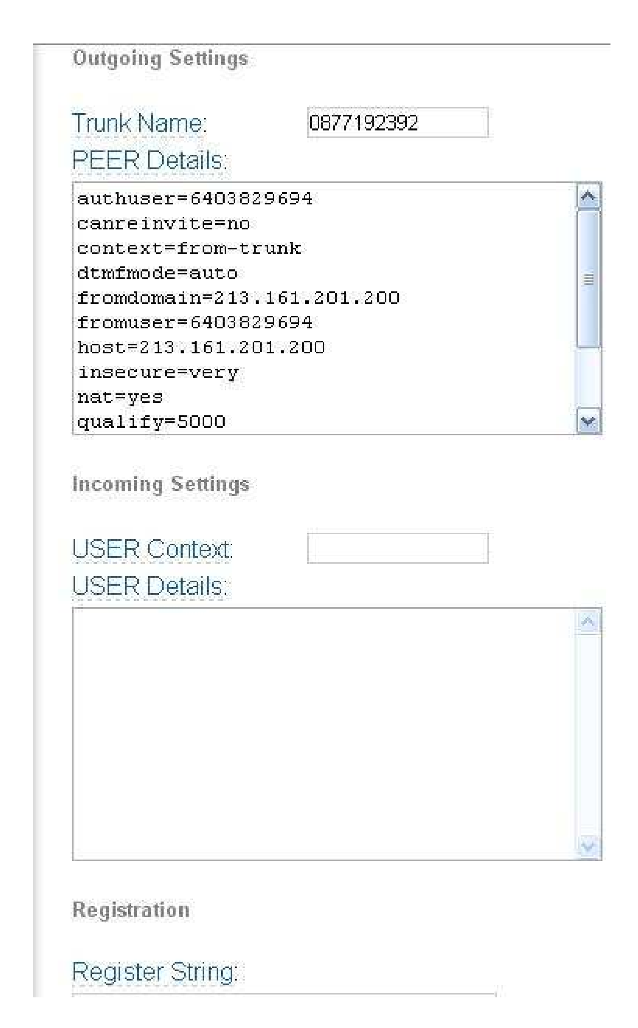
Dans notre cas, comme on se trouve sur un T0 2 canaux B + 1 canal D on sait que l'on n'a que 2 communications simultanées entrantes et autant de communications sortantes que l'on souhaite car Direct Centrex n'applique pas de restriction.

Configuration du lien RNIS vers l'opérateur classique France Télécom :

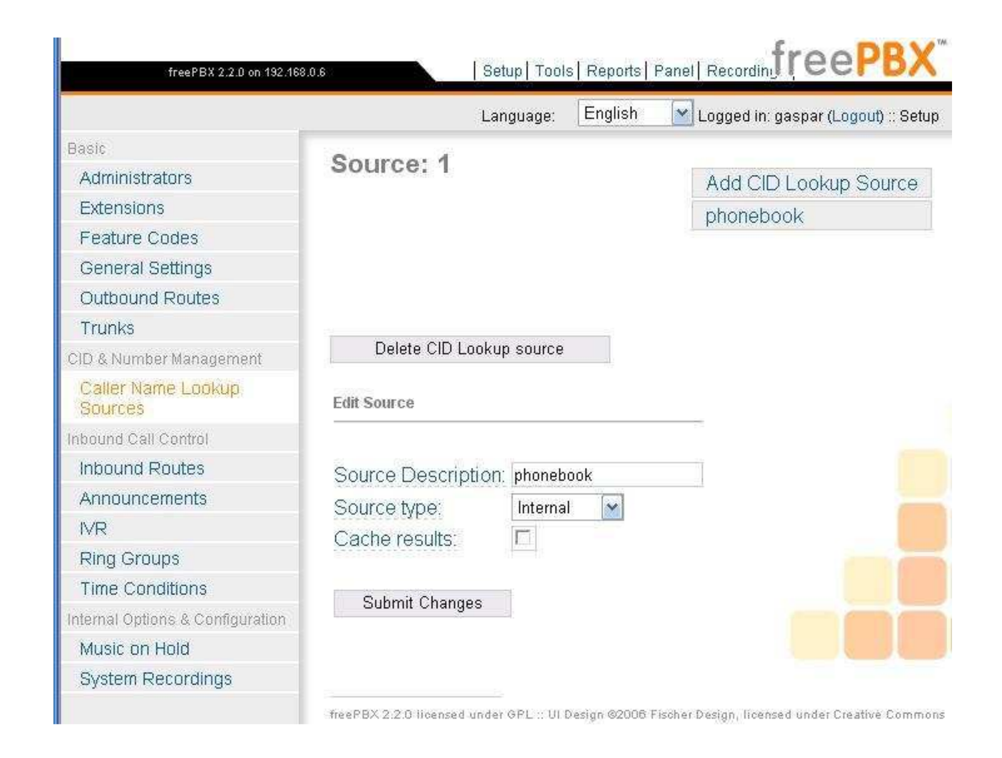


Configuration du lien IP vers DIRECT CENTREX :





VII.4.e résolution du nom directement sur le telephone à partir du carnet d'adresse :



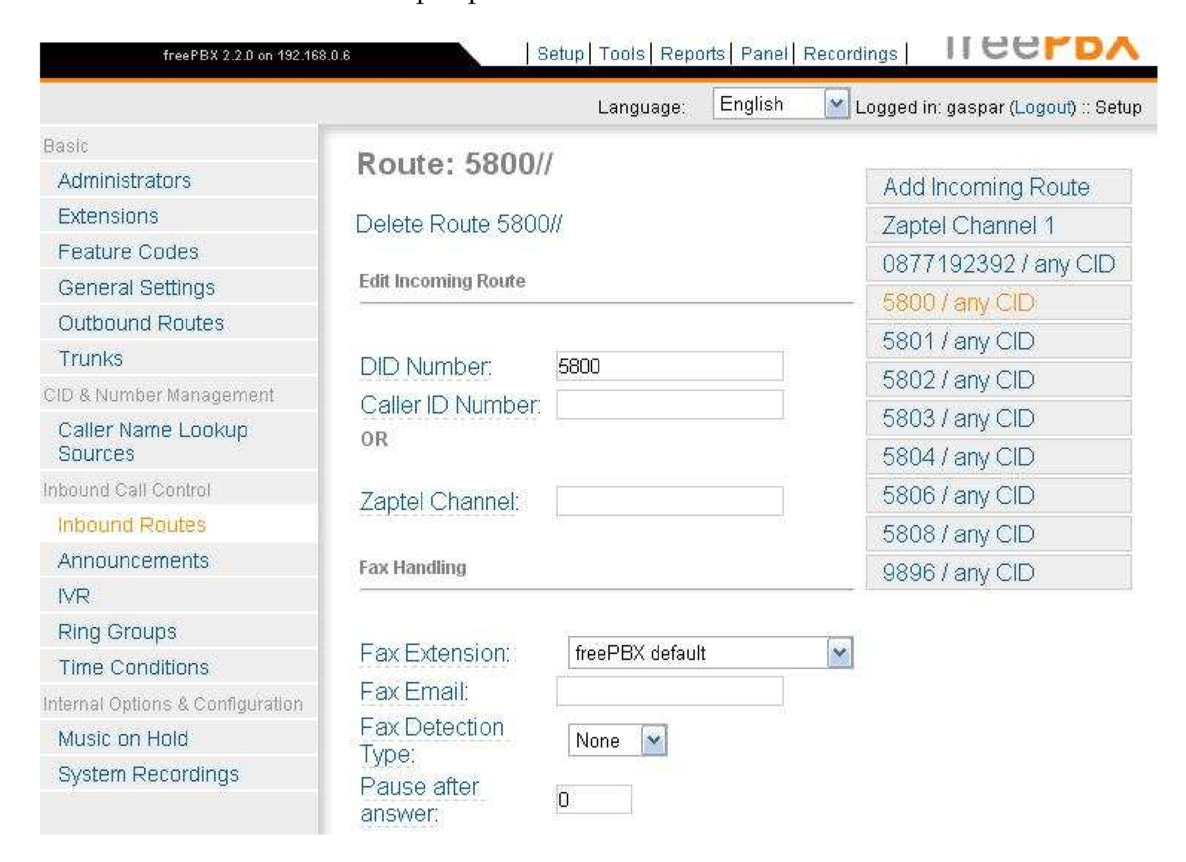
VII.4.f Configuration des routes entrantes :

En prenant le lien RNIS chez France Télécom,

France Télécom ne délivre que des lots de 5 numéros directs.

Vu que l'on a besoin de 7 numéros de téléphones directs, on a acheté 2 lots de 5 numéros directs joignables de l'extérieur.

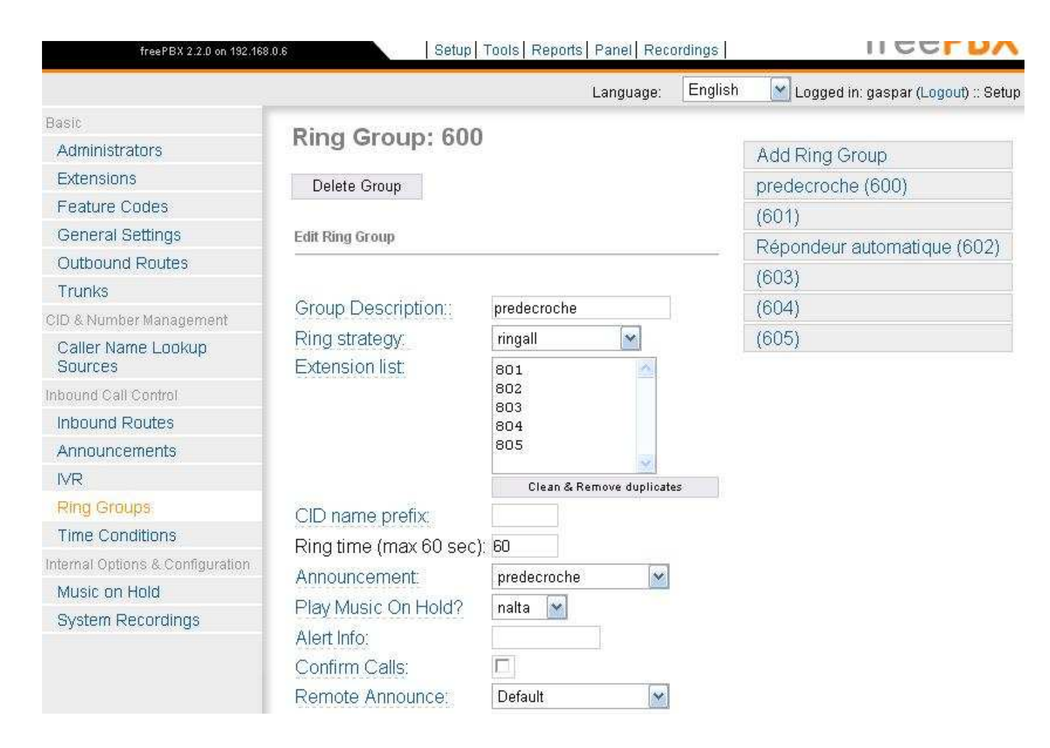
Malheureusement nous n'avons pas pu obtenir des numéros consécutifs.



VII.4.g Configuration des appels groupés :

Nous avons décidé de créer un groupement d'appels afin de faire sonner toutes les lignes lorsque le numéro 05 59 14 58 00 est appelé.

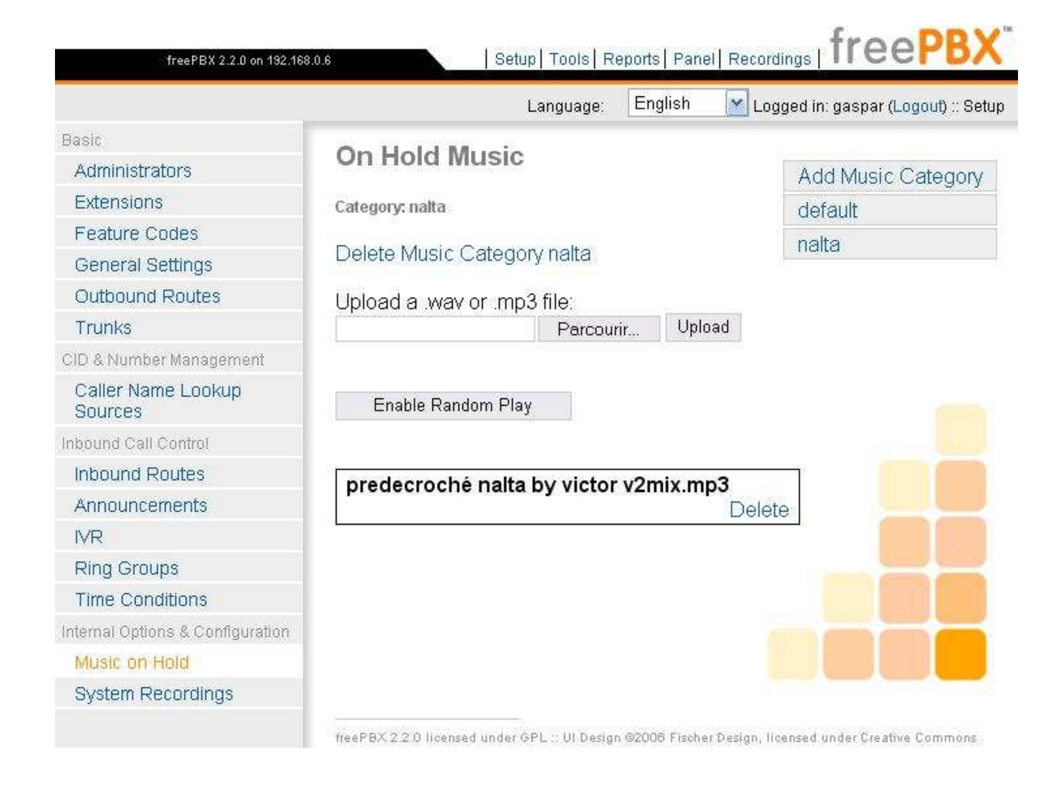
C'est pour cela que l'on a créé un pré-décroché avec une stratégie RING ALL qui permet de faire sonner tous les numéros présents dans Extension list. Le premier qui décrochera le combiné prendra l'appel.



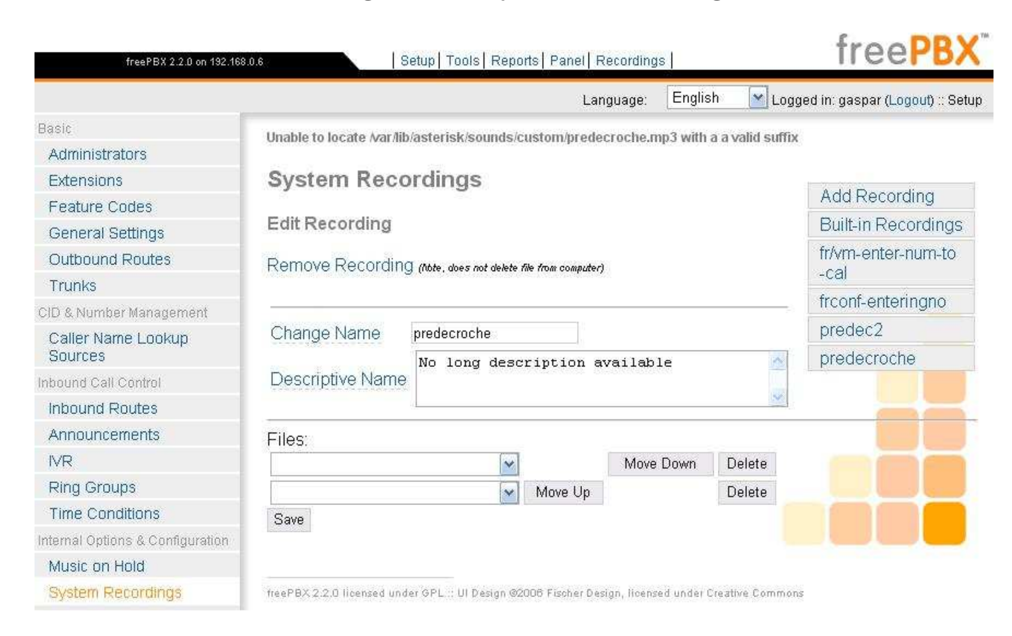
Sur non réponse, on envoie sur la boite de messagerie du directeur.

VII.4.h Configuration musique d'attente :

Nous avons créé un fichier mp3 à l'aide du logiciel Ejay afin de diffuser une musique lorsqu'un appel arrive.



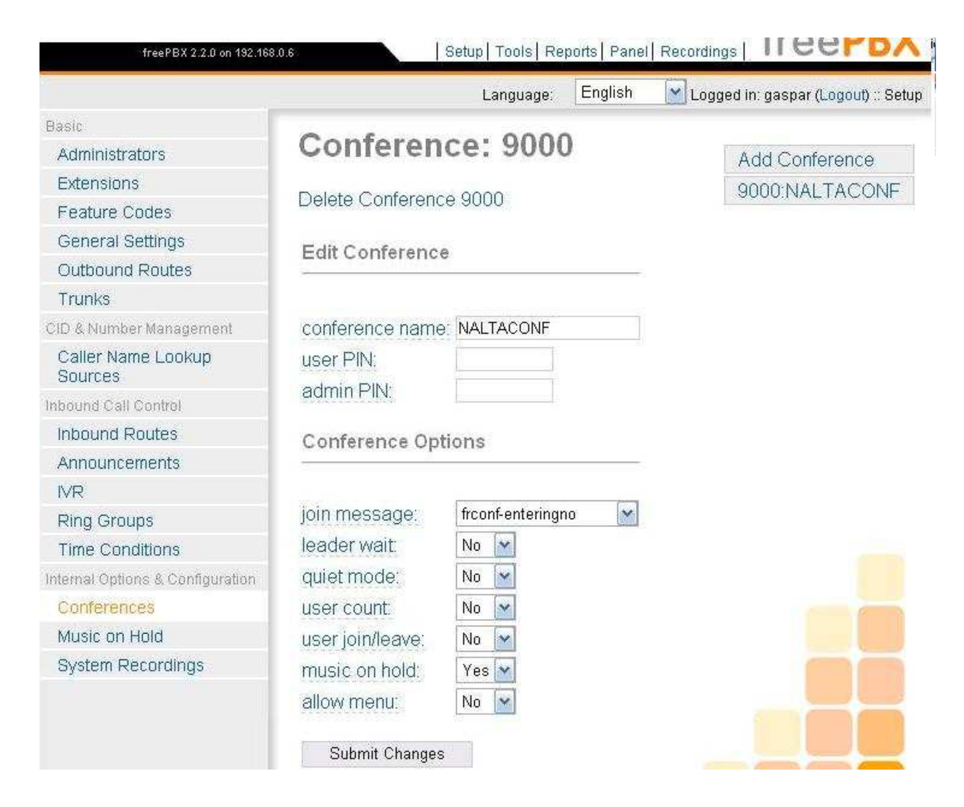
VII.4.i Configuration System Recordings :



VII.4.j Creation d'une conférence:

J'ai décidé de créer une conférence sur le numéro 9000.

J'ai créé le nom de conférence NALTACONF. En choisissant les options comme ci-dessous. Les nouvelles personnes qui viennent dans la conférence ont un message d'accueil de bienvenue à la conférence., puis elles ont la musique en attendant qu'il y ait au moins 2 personnes dans la conférence.



Pour y accéder simplement à partir du téléphone à l'aide d'un raccourci, j'ai ajouté un module non présent par défaut qui est **MISC APPLICATIONS** qui permet de rajouter des extensions de raccourcis au serveur Asterisk de manière simple.

Ci-dessous j'ai configuré la conférence en tapant comme touche de raccourcis *36.

Misc Applications are for adding feature codes that you can dial from internal phones that go to various destinations available in freePBX. This is in contrast to the **Misc Destinations** module, which is for creating destinations that can be used by other freePBX modules to dial internal numbers or feature codes.

Add Misc. Application
Conference

Edit Misc Application

Description: Conference
Feature Code: *36
Feature Status: Enabled

Destination:

Zork (Read this link before downloading): ZolP (Zork)
Announcements: Absent
Ring Groups: predecroche <600>
Conferences: NALTACONF <9000>
Core: Hangup
Recordings: repondeur_caro_mix
Time Conditions: Absent
IVR: Absent
Phonebook Directory: Phonebook Directory
Misc Destinations: Messagerie
Custom App:

Submit Changes Delete

VII.4.k IVR :

Celui-ci n'est pas utilisé au sein de NALTA Systems.

Cela permet de mettre un répondeur vocal interactif qui permet au client de se diriger vers le bon service. (Intéressant dans de plus grosses sociétés pour se dispenser d'une secrétaire qui redirige vers les bons services.).

VII.4.l Configuration de time conditions :

Il m'a été demandé au sein de NALTA Systems de mettre en place un répondeur automatique qui va informer les interlocuteurs des horaires d'ouverture de la société.

Voici la manière dont j'ai procédé afin de réaliser ceci :

Le code généré est le suivant dans le fichier extensions_additional.conf :

```
[timeconditions]
include => timeconditions-custom
exten => 3,1,GotoIfTime(08:45-12:30|mon-fri|*|*?ext-local,803,1)
exten => 3,n,Goto(timeconditions,4,1)
exten => 4,1,GotoIfTime(13:45-19:00|mon-fri|*|*?ext-local,803,1)
exten => 4,n,Goto(app-announcement-3,s,1)
```

Il faut cliquer sur l'onglet **Time Conditions,** puis ajouter une condition.

J'en ai créé 2 :

- PresentMatin
- PresentAprem

<u>**PresentMatin** est ci-dessous :</u>

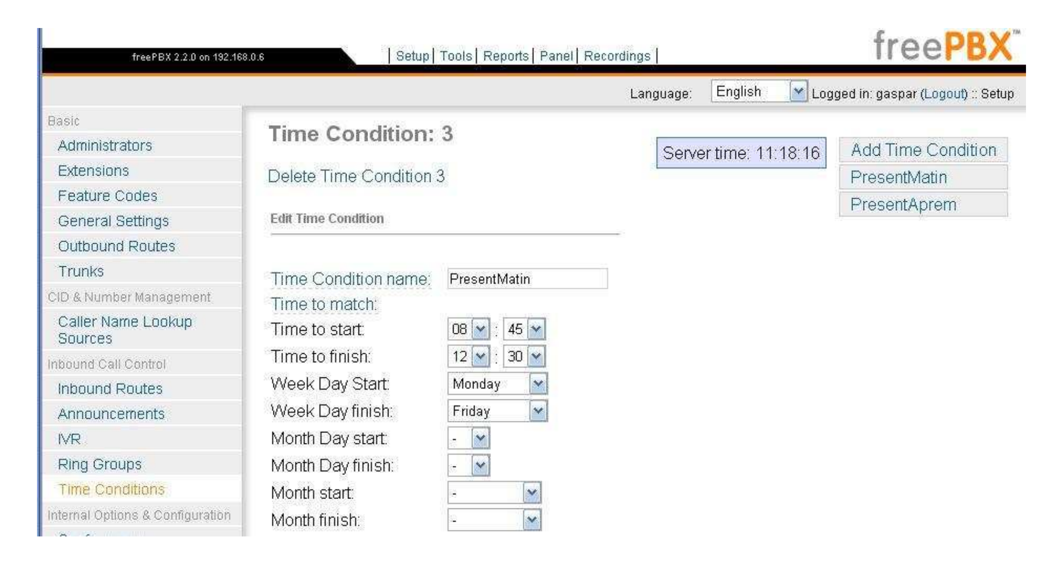


Figure 1 : Paramétrage du déclenchement d'une action en matinée (8 h 45 à 12 h 30)

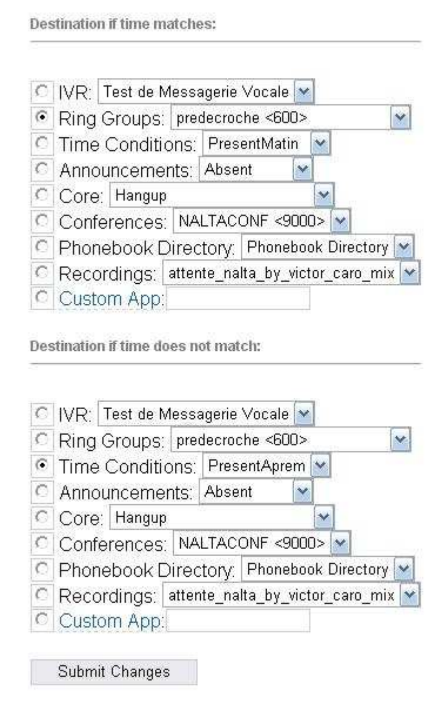


Figure 2 : Si nous sommes dans le créneau de la matinée, on fait sonner tous les téléphones, sinon on passe à la condition intitulé 'PresentAprem'.

PresentAprem est ci-dessous :

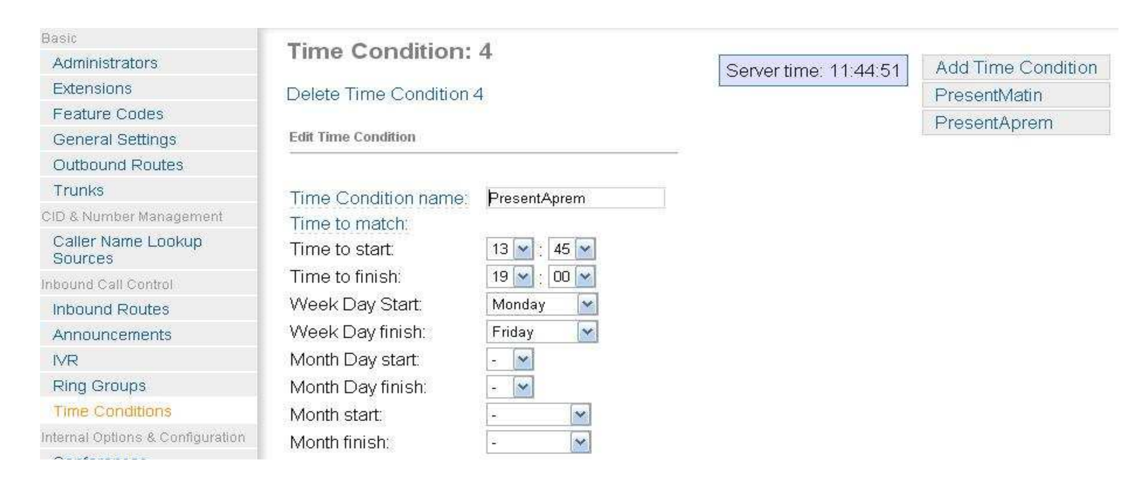


Figure 3 : Paramétrage du déclenchement d'une action en après midi (13 h 45 à 19 h 00)

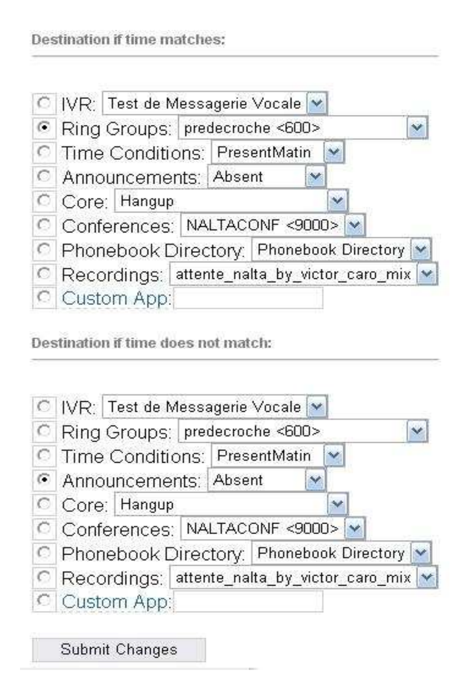


Figure 4 : Si nous sommes dans le créneau de la après midi, on fait sonner tous les téléphones, sinon on passe sur le répondeur automatique signalant que l'entreprise est fermée.

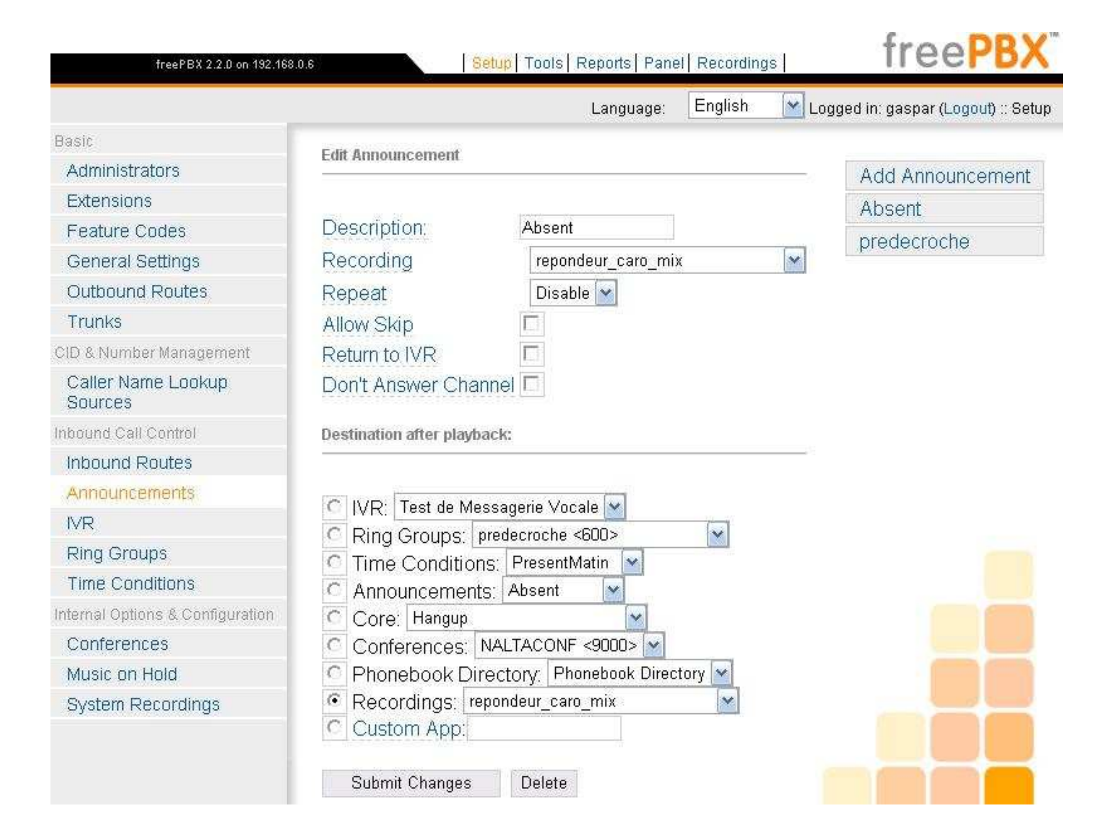
Auparavant on avait ajouté une musique permettant de dire à quels horaires il fallait rappeler. Cette musique je l'ai baptisée : repondeur_caro_mix.



On peut remarquer que l'ajout des musiques par l'interface va stocker celles-ci dans le répertoire suivant : /var/lib/asterisk/sounds/custom

Pour la copie des fichiers j'ai trouvé un utilitaire très pratique et libre de droit qui s'appelle WinSCP. Adresse de téléchargement (http://winscp.net/eng/docs/lang:fr).

Puis j'ai créé un message d'annonce vocale configuré comme suit :



VII.5 – Configuration des téléphones IP

Voici la configuration que j'ai adoptée au sein de Nalta System :

Exemple de la configuration du poste 803.



Softkeys Configuration

Key	Type	Label	Value	Line	Idle	Connected	Incoming	Outgoing
1:	BLF	F. Dumont	801	global	☑	☑	☑	☑
2:	BLF	C. Blais	802	global	☑	☑	☑	☑
3:	none			1	☑	☑	☑	☑
4:	BLF	N. Gourle	804	global	☑	☑	☑	☑
5:	BLF	F. Hoarau	805	global	☑	☑	☑	☑
6:	speeddial	Messagerie	*97	1	☑	☐	☐	☐
7:	XML	Contacts	http://192.168.0.200/a	1	☑	☑	☑	☑
8:	XML	Repertoire	http://192.168.0.200/a	1	☑	☑	☑	☑
9:	speeddial	Conference	9000	1	☑	☑	☑	☑
10:	speeddial	Absent	*78	1	☑	☐	☐	☐
11:	speeddial	Present	*79	1	☑	☐	☐	☐
12:	speeddial	Transfert	*72	1	☑	☐	☐	☐
13:	speeddial	A. Transfert	*73	1	☑	☐	☐	☐
14:	XML	World Clock	http://65.205.71.13/xm	1	☑	☐	☐	☐
15:	XML	Today	http://65.205.71.13/xm	1	☑	☐	☐	☐
16:	XML	Ask Google	http://65.205.71.13/xm	1	☑	☐	☐	☐
17:	XML	Horoscope	http://65.205.71.13/xm	1	☑	☐	☐	☐
18:	speeddial	Recuperer	**	1	☑	☐	☐	☐
19:	none			1	☑	☑	☑	☑
20:	none			1	☑	☑	☑	☑

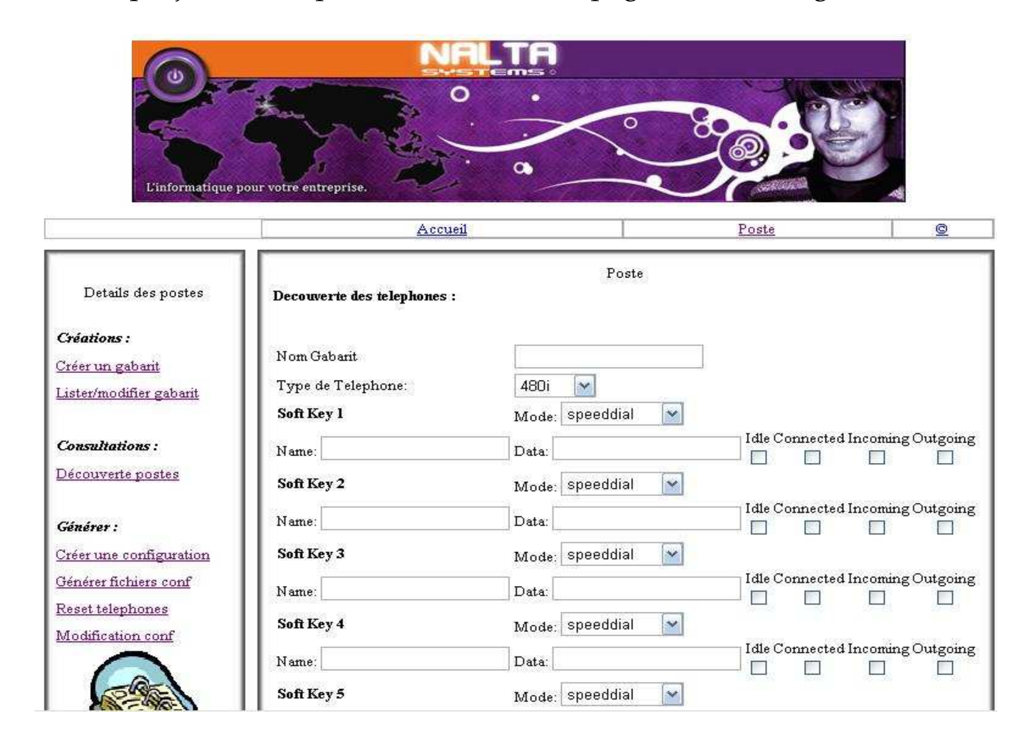
VII.6 – Mon interface de gestion des téléphones

Il vous suffit de taper l'URL suivante dans un navigateur : http://192.168.0.200/endpoint/. Ainsi vous pourrez accéder à l'outil que j'ai développé afin de gérer les téléphones Aastra 480i de la société.

Afin de simplifier la configuration des téléphones, j'ai choisi de créer un gabarit, c'est à dire un modèle de configuration qui renseigne les éléments communs à tous les téléphones.

Quand on veut effectuer une configuration d'un téléphone on choisit un gabarit et il nous reste juste des éléments propres au téléphone à finir de configurer.

Voici l'interface que j'ai mis en place, nous avons en page centrale un gabarit :



Une fois la configuration des téléphones effectuée, j'ai réussi à implémenter une fonctionnalité qui peut dans un futur proche se voir très intéressante pour Nalta Systems car à l'aide d'un certificat on est capable d'aller positionner sur un hôte distant une nouvelle configuration des téléphones à la volée. Par le biais de cette interface on peut redémarrer les téléphones en restant sur site. Cela veut dire que Nalta Systems serait capable de gérer les téléphones de toutes les entreprises dans laquelle la solution est implémentée sur site.



Le détail de l'interface de gestion étant assez longue, elles sont l'objet d'un document dédié que vous trouverez ci-joint. Merci donc de vous reporter au document **Manuel_téléphones_480i.doc** pour toute information complémentaire.

VII.7 – La liaison RNIS

Un des avantages d'Asterisk (et de tout IPBX) réside dans le fait que l'on peut aisément ajouter des cartes d'extension (PCI ou SCSI) en comparaison avec les cartes parfois désuètes des PABX classiques. Ce type d'équipement permet entre autres de réaliser une passerelle RNIS/IP afin d'atteindre le réseau téléphonique extérieur mais aussi de bénéficier de la transmission de données pour utiliser des applications comme le fax. Il existe de nombreuses cartes d'accès sur le marché disposant de différents pilotes Asterisk plus ou moins facile à mettre en oeuvre. Les pilotes sont des modules qui doivent être implantés sur Asterisk afin que l'IPBX puisse piloter la carte.

Carte RNIS disponible sur ce site : (29 € HT).

http://www.shop.easywave.fr/index.php?cPath=46_41&osCsid=b4ae2fbfb33646ebc60bebd4a3a56960



Les cartes d'accès basic RNIS T0 (BRI) permettent de disposer de 2 lignes simultanées au maximum (2 canaux B + 1 canal D).

Grâce à la commande lspci on peut voir le matériel connecté sur le serveur :

```
[root@asterisk1 asterisk]# lspci
00:00.0 Host bridge: Broadcom GCNB-LE Host Bridge (rev 32)
00:00.1 Host bridge: Broadcom GCNB-LE Host Bridge
00:03.0 Ethernet controller: Broadcom Corporation NetXtreme BCM5702X Gigabit Ethernet (rev
02)
00:04.0 SCSI storage controller: Adaptec AIC-7892A U160/m (rev 02)
00:05.0 Network controller: Cologne Chip Designs GmbH ISDN network controller [HFC-PCI]
(rev 02)
00:09.0 VGA compatible controller: ATI Technologies Inc Rage XL (rev 27)
00:0f.0 ISA bridge: Broadcom CSB6 South Bridge (rev a0)
00:0f.1 IDE interface: Broadcom CSB6 RAID/IDE Controller (rev a0)
00:0f.2 USB Controller: Broadcom CSB6 OHCI USB Controller (rev 05)
00:0f.3 Host bridge: Broadcom GCLE-2 Host Bridge
```

Le détail de l'installation de la carte RNIS étant très complexe, je l'ai détaillé dans l'annexe ci-après.

VII.8 – Configuration du Fax

Asterisk a des difficultés pour gérer l'émission et la réception de Fax nativement. Par contre, il existe des boîtiers pour solutionner ce problème tel que le **LINKSYS PAP 2T**. Ce boîtier permet de convertir le signal analogique en IP. C'est la solution que j'ai décidé d'adopter pour émettre et recevoir les Fax.

Ce système permet un service téléphonique complet par la connexion Internet. Ce boîtier possède deux ports téléphoniques standards pour les téléphones analogiques ou possibilité de brancher un télécopieur sur un port, chacun ayant un numéro de téléphone distinct.



- **Réception de Fax :**

Grâce au boîtier le système permet de recevoir un fax sur une interface analogique. A l'aide d'un script que j'ai adapté on peut en plus le convertir en PDF pour le transmettre par mail au destinataire voulu.

Ce script s'appelle **fax-process.pl** et il se trouve à l'emplacement suivant **/var/lib/asterisk/bin/**

- **Emission de Fax :**

L'émission de fax est la même que classiquement, il suffit d'aller sur l'appareil servant de Fax et de l'envoyer comme sur un fax traditionnel. C'est complètement transparent pour l'utilisateur.

VII.9 – Sauvegardes

VII.9.a – Sauvegarde locale

Voici comment il est possible de faire une sauvegarde de notre IPBX :

Grâce à ce script on sauvegarde tous les fichiers contenus dans le répertoire « /etc », plus ceux de la boite mail, plus ceux de configuration des téléphones.

Le fichier s'appelle : backupAsterisk.sh

```
#!/bin/bash
###############################
# backup script for asterisk
###############################

date=$(date +%Y-%m-%d)
client=easypbx-nalta

#remove old backups
find /backup/ -type f -mtime +15 | xargs rm

#backup the /etc/ directory
cd /
tar cfj /backup/$client-asterisk-configs-${date}.tar.bz2 etc

#backup the voicemail directory
cd /
```

```
tar cfj /backup/$client-asterisk-vm-${date}.tar.bz2 var/spool/asterisk/voicemail

#backup the TFTPBOOT directory (Configuration des telephones)
cd /
tar cfj /backup/$client-asterisk-tftpboot-${date}.tar.bz2 tftpboot

#rotate logs for asterisk
/usr/sbin/asterisk -rx 'logger rotate'

mv /var/log/asterisk/debug.0 /tmp/debug.${date}
mv /var/log/asterisk/messages.0 /tmp/messages.${date}
mv /var/log/asterisk/event_log.0 /tmp/event_log.${date}

# Backup log files
cd /
tar cfj /backup/$client-asterisk-astlogs-${date}.tar.bz2 tmp/*.${date}


# Remove unnecessary files
rm -f /tmp/*.${date}
```

Créer un cron :

Un cron est une tâche que l'on crée qui viendra exécuter de manière régulière une commande ou bien une série de commandes.

Notre but est d'effectuer journalièrement une sauvegarde de la configuration du serveur.

Commande : mkdir /root/scripts

Créer le fichier suivant : cronsbackupAsterisk.cron

cronsbackupAsterisk.cron

```
0 8 * * * sh /root/scripts/backupAsterisk.sh >> /root/scripts/backupAsterisk.log
```

Commande : cd /root/scripts

Vous devez avoir les fichiers de cette manière :

/root/scripts/backupAsterisk.sh

/root/scripts/cronsbackupAsterisk.cron

Il ne reste plus qu'à taper la commande suivante :

Commande : crontab cronsbackupAsterisk.cron

Dans notre cas, la commande s'exécutera tous les jours à 8h du matin.

Vérifier de la manière suivante :

Commande : Crontab –l

```
0 8 * * * sh /root/scripts/backupAsterisk.sh >> /root/scripts/backupAsterisk.log
```

//Si vous voulez modifier quelque chose dans le crontab directement vous avez la possibilité de faire la manipulation suivante. Il ouvrira le contenu de la commande à l'aide de l'édite **vi**.

Commande : Crontab –e

VII.9.b – Sauvegarde distante

Il est intéressant de faire une sauvegarde distante, au cas où les locaux de NALTA Systems seraient sinistrés.

Dans mon cas, j'effectue une sauvegarde à partir de chez moi.

Je possède chez moi un serveur linux sous CentOs à partir duquel j'ai automatisé les sauvegardes.

Le fichier s'appelle : backupDistantAsterisk.sh

```
#!/bin/bash
###############################
# backup distant script for asterisk
###############################
date=$(date +%Y-%m-%d)

#backup the TFTPBOOT directory (Configuration des telephones)
cd /backup
scp -P 2222 root@83.173.65.133:/backup/$client-asterisk-vm-${date}.tar.bz2 .
scp -P 2222 root@83.173.65.133:/backup/$client-asterisk-configs-${date}.tar.bz2 .
scp -P 2222 root@83.173.65.133:/backup/$client-asterisk-tftpboot-${date}.tar.bz2 .
```

Créer un cron :

Dans notre cas, la commande s'exécutera tous les jours à 6h du matin.

Commande : Crontab –l

```
0 6 * * * sh /root/scripts/backupDistantAsterisk.sh >> /root/scripts/backupAsterisk.log
```

VIII. Caractéristiques des utilisateurs

VIII.1 – Les utilisateurs

Ils vont utiliser leur téléphone IP fixe et/ou un logiciel de téléphonie pour passer et recevoir des appels.

Les utilisateurs pourront aussi accéder à leur messagerie vocale par le biais d'un téléphone ou d'un navigateur.

Ils pourront aussi faire du transfert d'appel, du renvoi d'appel, de la conférence, etc.

Remarque :

Tous les utilisateurs de ce système de téléphonie ne disposent pas forcément des mêmes fonctionnalités. L'utilisation de groupes d'utilisateurs permet aux administrateurs de contrôler facilement les droits des utilisateurs.

VIII.2 – Fonctions disponibles par type d'utilisateurs

Pour les utilisateurs décrits ci-dessus, certaines fonctionnalités sont accessibles. Ces différentes fonctionnalités vont être listées et seront décrites plus précisément dans la suite du document.

Fonctionnalités accessibles :

Emission et réception d'appels

Envoi et consultation de messages vocaux

Transfert d'appel

Renvoi d'appel

Mise en attente

Conférence

VIII.3 – Description des fonctions

Les utilisateurs doivent pouvoir utiliser leur téléphone de manière simple et s'ils le désirent, pouvoir utiliser des fonctionnalités avancées comme le transfert, le renvoi, la conférence…

VIII.3.a Emission et réception d'appels

Chaque utilisateur dispose d'un numéro de téléphone unique qui lui est propre. On appelle ce numéro un sda ou bien « numéro de ligne ».

Suivant le « dial plan » mis en place par les administrateurs, ce numéro est composé d'un certain nombre de chiffres. Dans mon cas, il sera composé de trois chiffres.

Pour passer un appel, l'utilisateur décroche un téléphone et compose le numéro à trois chiffres du correspondant qu'il veut joindre. Il peut aussi utiliser la numérotation par URI en indiquant l'alias de la personne à joindre.

Pour recevoir un appel, l'utilisateur décroche simplement son téléphone quand celui-ci sonne.

Remarque :

Plusieurs téléphones d'une même personne peuvent sonner en même temps.

Ses téléphones étant configurés sur le même numéro de ligne il peut décrocher l'un ou l'autre des téléphones. Quand un est décroché, l'autre (ou les autres) s'arrête de sonner. Cela est utile quand une personne travaille, par exemple, dans deux bureaux différents : un le matin et un autre l'après midi.

Il est aussi possible qu'un même téléphone possède plusieurs numéros de ligne.

Quand un téléphone est, par exemple, partagé entre deux personnes, celui-ci sonne quand il reçoit un appel pour l'une des deux personnes. Les utilisateurs peuvent visualiser sur l'écran la personne demandée et ainsi, l'utilisateur concerné décroche pour les appels qui lui sont destinés. On peut aussi visualiser sur l'écran du téléphone le numéro de l'utilisateur qui appelle.

VIII.3.b Envoi et consultation de messages vocaux

L'utilisateur peut directement envoyer un message sans faire sonner le téléphone de la personne désirée. En rajoutant un préfixe devant le numéro appelé, on atteint directement sa boîte vocale.

Un utilisateur peut consulter sa boîte vocale de deux manières :

- Avec un navigateur, en rentrant l'adresse http://monServeurAsterisk. Il sera automatiquement dirigé sur une page Web où il devra s'identifier en utilisant son ID et son mot de passe PIN. Il sera alors identifié sur la messagerie vocale et pourra ainsi écouter et gérer ses messages.
- Avec son téléphone, en composant le numéro de la messagerie vocale. Il sera alors guidé par un serveur vocal. Avant de pouvoir consulter ses messages, le serveur vocal lui demandera de numéroter son code PIN pour être identifié.

Par défaut, les messages sont conservés pendant sept jours et seront ensuite automatiquement effacés. L'utilisateur peut, s'il le désire, sauvegarder ses messages pour les garder indéfiniment dans sa boîte vocale.

Il peut aussi personnaliser le message d'accueil de sa boîte vocale en enregistrant un message avec son téléphone ou le micro de son PC.

Un utilisateur est averti de la présence d'un nouveau message vocal par un affichage spécifique sur l'écran de son téléphone.

VIII.3.c Transfert d'appel

Un utilisateur peut transférer son interlocuteur vers une autre personne.

VIII.3.d Renvoi d'appel

Un utilisateur peut rediriger les appels qui lui sont destinés vers un autre numéro de téléphone.

VIII.3.e Mise en attente

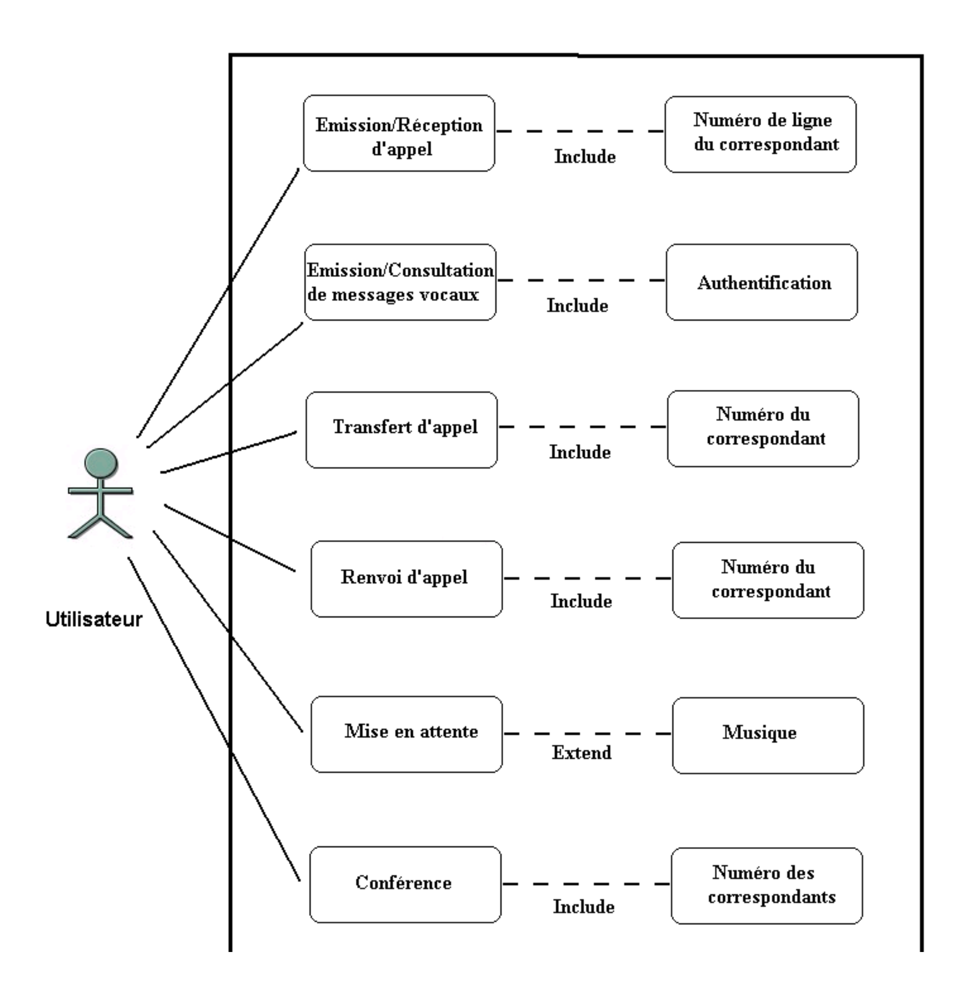
L'utilisateur peut décider de faire patienter son interlocuteur en lui faisant écouter une musique d'attente.

VIII.3.f Conférence

Les utilisateurs peuvent avoir une discussion à plusieurs.

Remarque :

Les quatre dernières fonctionnalités citées précédemment sont accessibles via les touches des téléphones.



VIII.4 – Fonctions Administrateur

Les administrateurs manipulent les différentes fonctionnalités de l'IPBX, des téléphones et du switch.

VIII.4.a Ajout/Configuration d'un téléphone

L'administrateur peut rajouter un téléphone sur l'IPBX. Un téléphone est identifié par un numéro de série unique qui correspond à l'adresse MAC de sa carte réseau. C'est ce numéro qui permet au serveur de reconnaître le téléphone parmi tous ceux accrochés au réseau. L'administrateur peut choisir d'utiliser ou non des groupes de téléphones. Cela peut s'avérer utile s'il veut reconfigurer à distance un grand nombre de téléphones.

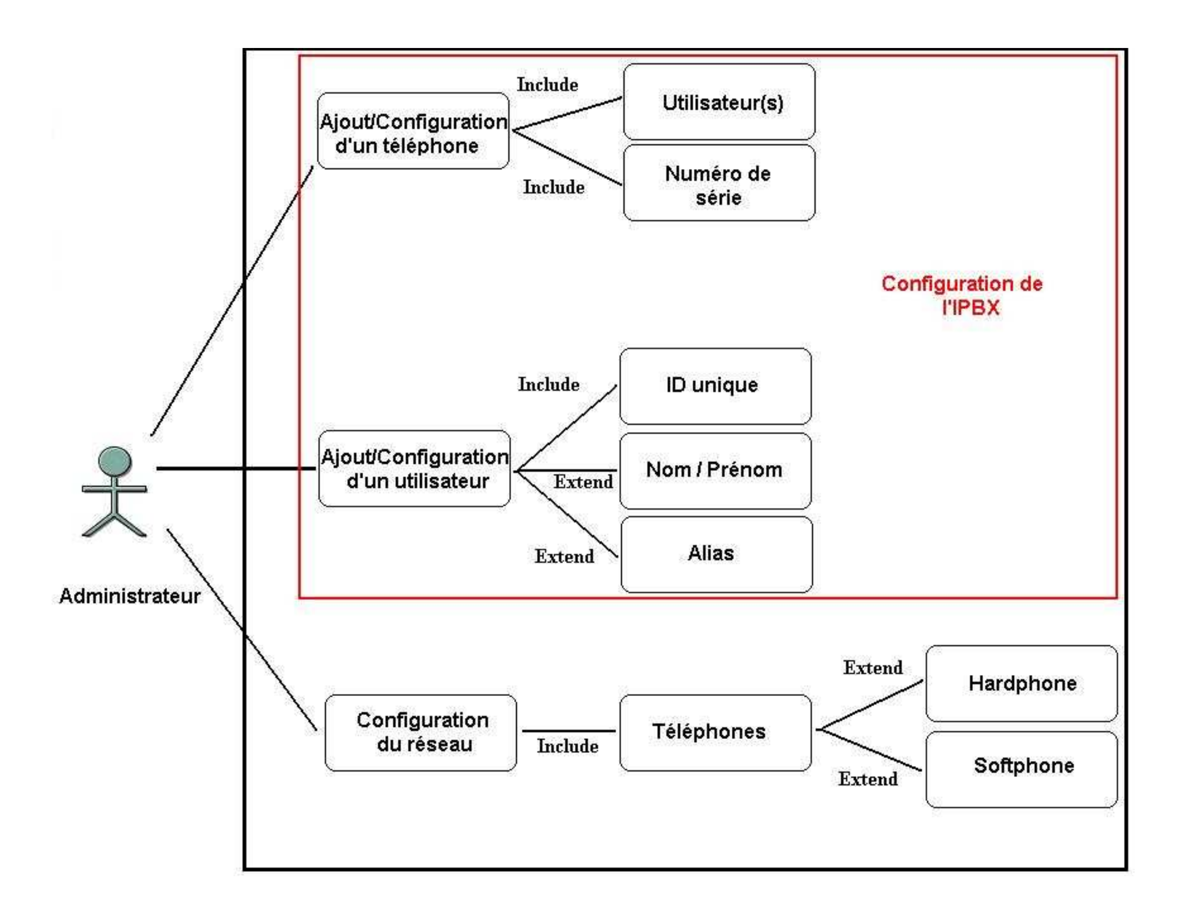
A chaque fois qu'un téléphone est créé, il est recommandé de l'associer à un utilisateur et donc à un numéro de ligne.

VIII.4.b Ajout/Configuration d'un utilisateur

L'administrateur peut ajouter ou supprimer un utilisateur. Un utilisateur est identifié par un identifiant ID unique qui correspond à son numéro de ligne à trois chiffres. Il est aussi identifié par son nom et prénom pour faciliter l'administration. Un utilisateur peut aussi être désigné par un alias qui doit être unique.

Chaque utilisateur possède un mot de passe PIN et un mot de passe SIP (Le premier est demandé à l'utilisateur quand il s'identifie sur sa messagerie vocale. Il est produit par l'administrateur mais peut être modifié par l'utilisateur).

Le deuxième est utilisé uniquement au moment de la mise en œuvre du téléphone. Il est généré automatiquement au moment de la création de l'utilisateur et il n'est pas nécessaire que l'utilisateur le connaisse. Il sert à l'authentification sécurisée de la ligne sur l'IPBX.



IX. Problèmes rencontrés

Version d'Asterisk

Une mise à jour importante de l'application à du être effectué en cour de projet, ce qui à entraîné une reconfiguration du serveur et donc quelques nouveaux problèmes, qui ont été résolus rapidement.

Téléphones

Premier problème rencontré, les téléphones 480i de par leur firmware installé n'était pas capable de réaliser la discussion en XML., ce qui a ralenti le rythme du projet et le travail sur le téléphone (configuration, test). Il a fallu que je réalise une mise à jour du firmware en espérant que cela n'engendre aucun dommage au matériel.

Installation de la carte RNIS

J'ai perdu du temps à configurer la carte RNIS sous la centOS, le fait de son faible coût et que cette carte est en fait chinoise à fait qu'il a été beaucoup plus dur de trouver des renseignements la concernant.

Autres problèmes

- J'ai eu des pannes sur le serveur de test qui m'a était prêté à plusieurs reprises. J'ai du changer les barrettes des RAM.

- Un gros problème électrique de tout le bâtiment (disjonctions intempestives) m'a aussi bloqué dans mon travail pendant 2 jours.

X. Conclusion

Ce stage m'a permis de progresser au niveau professionnel et personnel. Ce fut l'occasion de mettre en pratique les connaissances que j'ai acquises au sein du CNAM.

Dans un premier temps, il m'a été demandé de déployer la solution dans l'entreprise même. Après une étude approfondie du sujet, ainsi que l'appréciation du travail fini, nous nous sommes aperçus qu'il serait possible de la déployer pour des entreprises clientes.

Ce projet a donc été mené à bien. J'ai respecté les délais et le cahier des charges qui m' avait été fixé en début février. Cette expérience m' a fait découvrir une technologie en pleine voie d'expansion qui est la Voix sur IP. En effet, le monde de l'industrie essayant par tous les moyens de diminuer ses coûts de communication, notre système peut être une alternative non négligeable devant l'achat d'un PABX et de tout le système spécifique à la téléphonie sur Réseau Commuté (RTC et RNIS). Le coût de ce projet se limite à l'achat des postes téléphoniques 480i AASTRA, du serveur (Ordinateur classique dans mon cas) et de l'interface de connexion « Gateway RNIS » pour pouvoir recevoir les appels de manière fiable.

De plus, grâce à Freepbx il est très facile de changer de paramètres (plan de numérotation, ajout d'utilisateur) lors d'une évolution. Toutefois, la configuration des téléphones restait longue et fastidieuse. L'interface que j'ai développée pour Nalta systems permet de configurer un grand nombre de téléphones assez rapidement.

L'environnement Freepbx présente sa configuration de façon claire et précise. La validation d'une configuration sur l'interface Freepbx modifie directement les fichiers de configuration d'Asterisk, et redémarre les services adéquats.

Mon étude ne tient pas en compte des terminaux mobiles de type WIFI récemment sortis sur le marché. En effet ce système pourrait pour une étude future être complété par une solution de type « sans fil » pour encore accroître sa flexibilité.

Glossaire

ADSL (*Asymmetric Digital Suscriber Line*) : est une technologie donnant accès à Internet qui fonctionne sur les fils de cuivre du réseau téléphonique standard. La grande force de l'ADSL c'est qu'il n'occupe pas la ligne téléphonique et l'on peut appeler une personne tout en surfant sur internet.

AS/400 : C'est une architecture composée d'éléments matériels et logiciels, comportant notamment une base de données et des éléments de sécurité avancés.

BRI (***Basic Rate Interface***) : est une simple ligne RNIS (BRI ou Accès de base).

CentOs : Distribution linux.

CLI (*Command Line Integration*) : est le seul moyen d'interaction avec le logiciel Asterisk

Codecs : Circuit exécutant la conversion d'un signal Analogique en signal numérique, et inversement, avec ou sans compression de données.

Direct Centrex : C'est le fournisseur que l'on a choisi qui fait la passerelle IP pour nous permettre de rejoindre le réseau téléphonique commuté.

Firewall (*pare-feu*) : Dispositif informatique qui filtre les flux d'informations entre un réseau interne à un organisme et un réseau externe en vue de neutraliser les tentatives de pénétration en provenance de l'extérieur et de maîtriser les accès vers l'extérieur.

Gigue : Délai entre l'émission et l'écoute de la voix.

GPL (*general public license*) : décrit un concept plutôt astucieux : la licence publique générale. Presque tous les logiciels conçus à l'origine pour la plateforme Linux (et le système Linux lui-même) sont offerts aux termes de la licence GPL.

GSM (*Global System for Mobile Communications*)

GUI (*Graphic User Interface*) : Interface graphique générant des CLI afin de configurer Asterisk plus simplement.

H323 : Standard adopté en avril 1996 par l'UITT (Union internationale des télécoms, secteur télécoms) permettant de déployer un système de téléphonie sur réseau local. Ou encore : architecture de signalisation pour système de téléphonie sur réseau à qualité de service (QoS) non garantie.

IAX (*Inter-Asterisk eXchange*) : permet de transporter de la voix et des données à travers un réseau IP en surmontant les problèmes souvent associés aux autres protocoles tels que SIP, à savoir les problèmes classiques rencontrés avec les NAT (translation d'adresse). Cela permet entre autres de router le trafic.

IP (Internet Protocol) : Protocole d'interconnexion de deux sous-réseaux ayant des caractéristiques matérielles différentes. Développé à l'origine pour la défense U.S.

IPBX (*Internet Protocol Private Branch Exchange*) : Voir PABX IP.

IVR (Interactive Voice Response) **:** Système de répondeur vocal à même de reconnaître certains mots clés prononcés par les appelants pour les acheminer au travers des différents services proposés. L'appelant n'a donc plus à pianoter sur le clavier du téléphone comme avec l'IVR traditionnel.

LAN (*Local Area Network*) : Désigne un réseau de machines, reliées entre-elles sur un même site à l'aide de cartes et cables de liaisons, leur permettant ainsi de mettre en commun leurs ressources matérielles (Disques durs, imprimantes), logicielles, et informatives (fichiers).

MCU (*Multipoint Control Unit*) : Périphérique d'interconnexion de plusieurs sites en audio et vidéo pour organiser des téléconférences.

MGCP (*Media Gateway Control Protocol*) : c'est un protocole asymétrique (client-serveur) de VoIP (Voix sur réseau IP). Il se distingue par exemple des protocoles SIP et H323 qui, eux, sont symétriques (client-client). Le MGCP est à la base de services de téléphonie sur IP du type Centrex : une plateforme en cœur de reseau chez l'opérateur et des postes IP chez les clients. C'est un des axes d'évolution de la téléphonie professionnelle.

NAT (*Network Address Translation*) : Méthode de traduction d'adresse IP non routables en adresses routables et réciproquement, qui permet de connecter de nombreuses machines au réseau en n'utilisant qu'un minimum d'adresses officielles. Surtout utilisé dans les routeurs et les firewalls.

OS (*Operating System*) : Système d'exploitation.

OSI (*Open System Interconnect*) : Modèle de normalisation de réseaux destiné à rationaliser les communications des systèmes de transmission de données. Selon ce modèle, l'information traverse successivement sept couches logicielles hiérarchisées depuis l'application jusqu'au niveau le plus bas, la connexion au réseau.

PABX (*Private Automatic Branch eXchange*) : Système de standard téléphonique privé.

PABX IP (*Private Automatic Branch eXchange IP*) : PABX conçu pour harmoniser les échanges voix/données en lien avec un réseau de voix sur IP.

PBC : (*Pau Broadband Country*)

PCI (*Peripheral Component Interface*) : Norme de bus local édictée en 1993 par une trentaine de constructeurs, dont Intel. Ce bus permet l'interconnexion entre le processeur et les composants de la carte mère ainsi qu'avec les cartes périphériques. On parle d'ailleurs généralement de connecteurs PCI en parlant des emplacements réservés à l'insertion des cartes périphériques.

PCM (*Pulse Code Modulation*) **:** Format de codage en 16 bits de musiques et sons sur CD sans compression. Utilisé notamment par les CD-Audio, les DAT et les fichiers Wav.

POE (*Power Over Ethernet) :* C'est-à-dire le fait de transférer du courant électrique en même temps que des données.

QoS (*Quality of Service*) : qualité de service - désigne la capacité à fournir un service (notamment un support de communication) conforme à des exigences en matière de temps de réponse et de bande passante.

RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks*) : Technique de structuration du stockage des données, employée dans les réseaux informatiques. Plusieurs niveaux de structuration sont disponibles (RAID 0 ... RAID 5) en fonction des objectifs à atteindre : rapidité d'accès ou sécurité des informations stockées. Quelque soit le niveau le principe fondamental de cette structuration est l'usage simultané de plusieurs supports de façon transparente.

RNIS (*Réseau Numérique à Intégration de Service*) : Réseau de télécommunication français à haut-débit de transfert permettant l'acheminement via lignes téléphoniques spécialisées de sons, images, et fichiers informatiques à grande vitesse. A la différence du réseau filaire traditionnel, l'information émise par plusieurs abonnés est regroupée en un bloc (paquet) qui est transmis sur une seule ligne, puis re-éclaté à l'arrivée vers les destinataires respectifs.

RTC (*Réseau Téléphonique Commuté*) : Désignation du réseau téléphonique filaire français. Par extension désigne les micro-serveurs mono ou multivoies utilisant ce réseau de communication.

RTCP (*Real-Time streaming Control Protocol*) : Protocole réseau permettant de réduire la perte de paquets par adaptation du débit de données en émission en fonction de la capacité de transport effective du réseau. Assure le contrôle de flux des données multimédia.

RTP (*Real-time Transport Protocol*) : pour transporter des informations, données multimédia, en temps réel avec une excellente qualité de services. Ce protocole est utilisé lors des communications SIP pour transporter les flux de voix associés à un codec de compression.

SIP (*Session Initiation Protocol*) : est une nouvelle norme de communication IP. On le retrouve principalement dans la téléphonie IP, mais il sert également pour la vidéo conférence, l'indication de disponibilité, ou la messagerie instantanée.

SIPX : C'est un autocommutateur IP Open Source. Concurrent de Asterisk.

SS7 (*Signalling System 7*) : de gestion des appels incluant les services de traduction de numéros, mais aussi des options beaucoup plus complexes telles que l'identification de l'appelant. Enfin, puisque SIP fonctionne avec un grand nombre de protocoles de transmission multimédia, il permet d'initier, de gérer et de terminer un large éventail de services multimédia. L'architecture en couches du protocole SIP,

SSH (*Secure Shell*) : SSH est un protocole permettant à un client (un utilisateur ou bien même une machine) d'ouvrir une session interactive sur une machine distante (serveur) afin d'envoyer des commandes ou des fichiers de manière sécurisée.

TCP (*Transmission Control Protocol*) : est un protocole de transport fiable, en mode connecté.

TIC : (*Technologies de l'Information et de la Communication*)

ToIP : (Telephony over IP)

UDP (*User Datagram Protocol*) : mode datagramme.

UIT : (*Union Internationale des Télécommunications*)

VoIP (*Voice Over IP*) : c'est une technique qui permet de communiquer par voix à distance via le réseau Internet, ou tout autre réseau acceptant le protocole TCP/IP.

Bibliographie / Sources

Les livres de référence :

Asterisk The Future of Telephony (O'Reilly)

TrixBox Made Easy (PACKT)

Les sites de référence sur SIP :

- www.cs.columbia.edu/~hgs/sip/
- www.ietf.org/html.charters/sip-charter.html
- www.sipforum.org
- www.sipcenter.com

Toute la documentation sur Asterisk

- http://www.asterisk.org/

Toute la documentation Trixbox

- http://www.trixbox.org/

Manuel de référence Trixbox

- http://dumbme.voipeye.com.au/trixbox/
- http://nerdvittles.com/

Guide détaillé

- http://nerdvittles.com/

Manuel sur la VoIP

- http://www.voip-info.org/wiki/

Softphones

- X-LITE : http://www.counterpath.com/
- SJPHONE : http://www.sjphone.org/